



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**IMPORTANCIA Y MANEJO DE LAS MEDIDAS DE
PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES
IONIZANTES (RAYOS X) EN ODONTOLOGÍA, DE
ACUERDO A LA NOM-229-SSA1-2002 EMITIDA POR EL
SECTOR SALUD EN MÉXICO.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

MARIA DEL ROSARIO ROMERO CORONA

TUTOR: C.D. FERNANDO GUERRERO HUERTA.
ASESORES: MTRO. ALBERTO RICARDO MÚZQUIZ Y LIMÓN.
C.D. MARINO CRISPIN AQUINO IGNACIO.

MÉXICO, D. F.

2008.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A Dios:

Por la vida, por haberme rodeado de personas que han sido importantes en todo mi trayecto y por todas las oportunidades que me ha dado para salir adelante en todas las áreas de mi vida.

A mi Papá:

Por su apoyo incondicional y cariño.

A mi Mamá:

Gracias mami por sus desvelos, amor, paciencia, comprensión y porque gracias a sus oraciones, esfuerzo y apoyo pude terminar una carrera más.

A Edith:

Por ser una hermana ejemplar, yo tome la decisión de seguir preparándome más porque quería tener una licenciatura como tu.

A Toño:

Por tu apoyo, por tus trabajos e inventos que son muy buenos y útiles.

A Miriwoodshire:

Gracias amiga por todo el apoyo y la ayuda que me diste siempre durante la carrera, ojala que puedas seguir superándote cada día más porque eres muy inteligente, jamás pierdas tu sencillez y sinceridad vales mucho Miri.

A mis Maestros:

Que intervinieron en mi formación académica, por los conocimientos y experiencias compartidas dentro de la carrera.

A la MC Patricia Avilés:

Por su apoyo en una de las últimas etapas de mi carrera, gracias por sus conocimientos, trabajo y su tiempo.

A Gustavo:

Por haber llegado a mi vida en un momento preciso y llenarme de amor y atenciones, te amo y quiero compartir contigo esto que es tan importante para mi, es el fruto de mucho esfuerzo y dedicación.

Índice

Introducción...	1
Planteamiento del problema	2
Justificación del problema	2
Hipótesis	2
Hipótesis nula	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Capítulo 1	
Conceptos básicos de la física radiaciones ionizantes.	
1.1.- Conceptos fundamentales en Radiología.....	3
1.2.- Radiación.....	4
1.3.-Elementos del tubo radiógeno.....	5
1.4.-Producción de las radiaciones ionizantes (rayos x).....	6
1.5.-La cantidad y calidad de las radiaciones.....	7
Capítulo 2	
Efectos nocivos de las radiaciones ionizantes sobre tejidos vivos.	
2.1.- Efectos estocásticos y no estocásticos de las radiaciones ionizantes.....	10
2.2.- El efecto de la radiación ionizante sobre los tejidos.....	11
2.3.- Radio sensibilidad celular y sus manifestaciones consecutivas de mayor a menor grado de sensibilidad.....	14
2.4.- Aspectos importantes a considerar en mujeres embarazadas o con probabilidad de embarazo.....	15
2.5.- Aspectos importantes a considerar en Niños y adolescentes.....	17
2.6.- Dosis de radiación ionizante peligrosas que comprometen la salud y la vida del hombre.....	17
2.7.- Límite de dosis.....	17
2.8.- Irradiación y contaminación radiactiva.....	19

Capítulo 3

Medidas de protección

3.1.- Medidas de protección para el paciente.....	20
3.2.- Medidas de protección para el POE (Personal ocupacionalmente expuesto).....	25

Capítulo 4

Medidas de protección físicas tanto para los pacientes como para el personal ocupacionalmente expuesto (POE) de acuerdo a la NOM-229-SSA1-2002.

4.1 Normas emitidas para la protección física tanto de pacientes como para el personal ocupacionalmente expuesto (POE).....	26
4.2.- Delimitación de zonas.....	28
4.3.- Requisitos técnicos para las instalaciones NOM-229-SSA1-2002.....	29
4.4.- Límites de dosis de acuerdo a la NOM-229-SSA1-2002.....	30
4.5.- Medidas de protección para el Personal Ocupacionalmente expuesto (POE).....	31
4.6.- Medidas de protección para el paciente.....	32
4.7.- Protección del público de acuerdo a la NOM-229.....	33

Capítulo 5

Aparatos que existen para la medición de las radiaciones ionizantes.

5.1.- Dosímetros.....	34
5.2.-Control dosimétrico de ambiental.....	34
5.3.- Control dosimétrico personal.....	35

Capítulo 6

Las radiografías intraorales y extraorales implican algún riesgo importante dentro de la exposición a radiaciones ionizantes

6.1.- Procedimientos que se realizaron para evaluar cuanta radiación recibe el paciente y el operador en las diferentes métodos de diagnostico radiográfico en odontología.....	38
Conclusiones.....	49
Bibliografía.....	50

Introducción

Durante el transcurso de la historia el hombre se ha encargado de ir estudiando todos los fenómenos naturales que le rodean, lo cual lo ha llevado a descubrimientos importantes, por lo que se han ido dividiendo diferentes materias, especializándose cada vez más en cada una. Uno de los descubrimientos más importantes para el área médica y odontológica ha sido sin duda el de la radiación ionizante (rayos Roentgen), los cuales fueron descubiertos por Wilhelm Konrad Roentgen físico Alemán, en 1895.

Después del descubrimiento de los rayos Roentgen se realizaron muchos experimentos, los cuales, llevaron al descubrimiento de los efectos nocivos que conlleva manejar este tipo de radiación ionizante, en tejidos biológicos vivos, efectos secundarios como; dermatitis, anemias, en casos graves hemofilia y en otros casos llevó a algunos de los científicos a la mutilación de partes del cuerpo, por el desconocimiento de los efectos secundarios de este tipo de radiación. Se tuvo que estudiar los efectos que ocasionaban, encontrándose que materiales y equipo sirven como protección para el operador y el paciente como; Mandil de plomo, Guantes de compresión con espesor de plomo, Collarín para protección de tiroides, Anteojos. Del mismo modo el espacio físico se acondiciono teniendo que cubrir ciertos requisitos como un área bien ventilada, techos altos, paredes, Puertas y ventanas cubiertas con plomo.

Con el diseño de los nuevos aparatos de rayos Roentgen se pudo controlar la cantidad y calidad de radiación ionizante, para dar un rango de diferentes dosis a las que un paciente puede estar expuesto así como el personal de salud involucrado en este tipo de estudios que se realizan.

Es de gran importancia conocer los reglamentos y normas que existen para el manejo adecuado de radiaciones ionizantes y en nuestro país existe la NOM-229-SSA1-2002 en la que se recomienda cumplir con ciertas características en el área de trabajo donde se van a realizar trabajos con radiación ionizante para aminorar los riesgos de las personas expuestas a ésta.

Dentro de este estudio se llegará a la conclusión, si la radiación ionizante en odontología implica algún riesgo importante que pueda comprometer la salud del personal, de los pacientes o del público en general.

Planteamiento del problema: Los cirujanos dentistas que utilizan la radiación ionizante deben familiarizarse con la dosis y los métodos que se utilizan para protegerse y reducir los posibles riesgos tanto para el personal como para el paciente expuesto.

Justificación del problema: en odontología se maneja radiación ionizante y siempre se cuenta con las medidas de protección adecuadas.

Hipótesis: Las personas expuestas a radiación ionizante, son susceptibles a presentar efectos secundarios.

Hipótesis nula: El uso de radiación ionizante no produce efectos secundarios en los tejidos vivos.

Objetivo General: Conocer la importancia y el manejo adecuado de las medidas de protección, que existen contra las radiaciones ionizantes, tanto para Los cirujanos dentistas, los pacientes y el área física donde se realiza este trabajo.

Objetivos Específicos:

- 1.- Conocer la física y la producción de las radiaciones ionizantes.
- 2.- Conocer los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes sobre los tejidos vivos.
- 3.- Especificar las medidas de protección de acuerdo a la literatura.
- 4.- Determinar las medidas de protección físicas tanto para los pacientes como para el personal ocupacionalmente expuesto (POE) y área física de acuerdo a la NOM-229-SSA1-2002.
- 5.- Estudiar los diferentes aparatos que existen para la medición de las radiaciones ionizantes.
- 6.-Determinar si las radiografías intraorales y extra orales implican o no un riesgo importante dentro de la exposición a radiaciones ionizantes.

Capítulo 1

1.1.- Conceptos básicos de la física radiaciones ionizantes.

- **Materia:** Es todo lo que ocupa un lugar en el espacio.
- **Átomo:** Se llama así a la partícula más pequeña e indivisible que compone a la materia y esta constituida por un núcleo en el cual están contenidos los protones y neutrones, esta rodeado de orbitales y en los orbitales se encuentran los electrones los cuales tienen una carga negativa, al moverse los electrones de una orbita a otra se genera energía.
- **Electrón:** Partícula elemental de la electricidad, rodeada por un campo eléctrico y durante su desplazamiento (corriente eléctrica) adquiere momentáneamente otro campo magnético.
- **Corriente Eléctrica:** Al ponerse 2 cuerpos en comunicación, si uno tiene exceso de electrones (-) y otro con menos electrones (+), la tensión del primero tratará de compensar la del segundo, motivándose el desplazamiento de los electrones desde el negativo hacia el positivo, a este fenómeno se le conoce como corriente eléctrica.
- **Polos:** Se le denomina polo negativo o **cátodo** al extremo o punto por el cual salen los electrones de un cuerpo.
Polo positivo o **ánodo** al extremo o punto por el cual entran los electrones de un cuerpo.
- **Conductores:** Según su comportamiento como transmisores de la corriente eléctrica, se clasifican como buenos o malos conductores, entre los buenos figuran los metales y entre los malos los aisladores o no metales.
- **Fuerza electromotriz:** A mayor diferencia de tensión entre dos conductores se producirá mayor velocidad de repulsión se mide en Voltios (V), en radiología se utiliza el kilovoltio (KV).
- **Resistencia:** Es la mayor o menor exposición oposición que ofrece un conductor al desplazamiento de los electrones ósea a la corriente eléctrica, se mide en ohms u ohmios. En los aparatos de radiaciones ionizantes se utiliza como conductor al tungsteno ya que es un elemento con un punto de fusión de aproximadamente 3000 °C.

- **Transformadores:** Se llama así a los dispositivos con los cuales es posible modificar una corriente eléctrica, aumentando el amperaje y disminuyendo el voltaje o, viceversa, sin modificar prácticamente su potencia.

Un transformador consiste en dos arrollamientos de hilos conductores (bobinas) separadas por un núcleo de hierro un arrollamiento es de hilo grueso y de pocas espiras (vueltas), y el otro es de hilo largo y fino con gran número de espiras.

- **Ley de Ohm:** Los tres factores que intervienen en la corriente eléctrica; intensidad, fuerza electromotriz y resistencia se encuentran íntimamente relacionados en la ley de Ohm. A menor resistencia mayor será la intensidad a mayor resistencia menor intensidad y a menor resistencia mayor intensidad.

- **Efecto Joule:** Al pasar por un conductor corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transformará en calor (ej. Focos, calentadores, parrillas, etc.).

-**Efecto Edison-Richardson:** Cuando por efecto Joule se lleva a la incandescencia un conductor en el vacío, del conductor se desprenden y se mantienen alrededor electrones libres formando el llamado "vapor de electrones". Por el filamento (cátodo) de los tubos dentales pasa una corriente de varios amperios, la cual provoca su calentamiento e incandescencia con la siguiente producción de vapor de electrones.⁽¹²⁾

1.2.-Radiaciones ionizantes

Se define una radiación como ionizante cuando al interaccionar con la materia produce la ionización de la misma, es decir, origina partículas con carga eléctrica (iones). El origen de estas radiaciones es siempre atómico, pudiéndose producir tanto en el núcleo del átomo como en los orbitales y pudiendo ser de naturaleza corpuscular (partículas subatómicas) o electromagnética (rayos X, rayos gamma (γ)).

Las radiaciones ionizantes de naturaleza electromagnética son similares en naturaleza física a cualquier otra radiación electromagnética pero con una energía fotónica muy elevada (altas frecuencias, bajas longitudes de onda) capaz de ionizar los átomos. Las radiaciones corpusculares están constituidas por partículas subatómicas que se mueven a velocidades próximas a la de la luz.

Existen varios tipos de radiaciones emitidas por los átomos, siendo las más frecuentes: la desintegración, la desintegración " β ", la emisión " γ " y la emisión de rayos X y neutrones. Las características de cada radiación varían de un tipo a otro, siendo importante considerar su capacidad de ionización y su capacidad de penetración, que en gran parte son consecuencia de su naturaleza. En la figura 1 se representan esquemáticamente estas radiaciones.

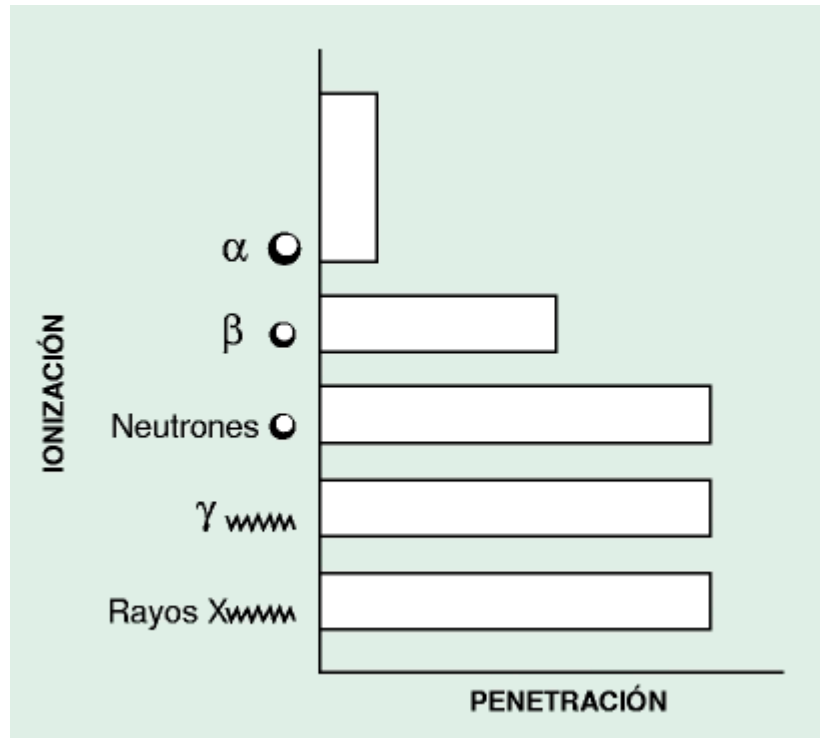


Figura 1.

NTP 614: Radiaciones ionizantes: normas de protección

Radiación α

Son núcleos de helio cargados positivamente; tienen una energía muy elevada y muy baja capacidad de penetración y las detiene una hoja de papel.

Radiación β⁻

Son electrones emitidos desde el núcleo del átomo como consecuencia de la transformación de un neutrón en un protón y un electrón.

Radiación β⁺

Es la emisión de un positrón, partícula de masa igual al electrón y carga positiva, como resultado de la transformación de un protón en un neutrón y un positrón. Las radiaciones β tienen un nivel de energía menor que las α y una capacidad de penetración mayor y son absorbidas por una lámina de metal.

Radiación de neutrones

Es la emisión de partículas sin carga, de alta energía y gran capacidad de penetración. Los neutrones se generan en los reactores nucleares y en los aceleradores de partículas, no existiendo fuentes naturales de radiación de neutrones.

Radiación γ

Son radiaciones electromagnéticas procedentes del núcleo del átomo, tienen menor nivel de energía que las radiaciones α y β y mayor capacidad de penetración, lo que dificulta su absorción por los apantallamientos.⁽²⁵⁾

1.3.- Elementos del tubo radiógeno:

Tubo de Coolidge: Ideado por el ingeniero W. D Coolidge

En 1912. Consiste en una ampolla de vidrio férnico o pírex que soporta altas temperaturas, esta tiene un baño de aceite alrededor, para su refrigeración y va rodeada por una coraza de plomo que impide la salida de la radiación, excepto por la pequeña ventanilla de emisión de rayos X.

Cátodo o polo negativo extremo o punto por el cual salen los electrones de un cuerpo.

Ánodo o Polo positivo extremo o punto por el cual entran los electrones de un cuerpo.

Filamento o Hilo metálico: De un metal pesado en este caso se utiliza el Tungsteno o wolframio soportan altas temperaturas. El tamaño del filamento; número, longitud y grosor de las espiras impondrá el tamaño del foco efectivo.

Pared de Tungsteno: Metal con número atómico elevado entre más elevado sea el número atómico, tanto más denso será el material de la diana para parar súbitamente los electrones en su superficie y así producir una conversión máxima de energía cinética en radiación iónica.

Tallo de cobre: El tungsteno Tiene un grado de conductibilidad térmica bajo por lo que se le coloca un tallo de cobre el cual almacena y transporta el calor hacia el Radiador térmico.

Radiador térmico: De aquí se disipa el calor por radiación hacia el aceite de refrigeración, esto para evitar el calentamiento del ánodo y por consiguiente destrucción.

Ventana de emisión: Zona de la ampolla de vidrio la cual no está bañada por el aceite de refrigeración y tampoco envuelta por plomo, para permitir la salida de la radiación ionizante.

1.4.- Producción de las radiaciones ionizantes (rayos x).

La producción de la radiación ionizante se genera cuando conectamos el aparato de rayos Roentgen a una corriente eléctrica, cuando se activa el aparato para producir una radiación, tenemos un haz de electrones que circulan por un filamento metálico de Tungsteno que al paso de la corriente se calienta (Efecto Joule) y, al alcanzar temperaturas elevadas, desprende electrones formando una nube (efecto Edison).

Todo esto se realiza en el interior de una ampolla de vidrio en la que se ha hecho un vacío elevado. Con el fin de que los electrones no interactúen con el gas que llene la ampolla. Esta va sumergida en aceite de refrigeración y rodeada por una coraza de plomo a excepción de la ventana de emisión.

Los electrones se someten a una diferencia de potencial elevada (decenas de Kilovoltios), que se consigue con un transformador eléctrico. ***La cantidad de electrones que se desprenden depende de la temperatura que alcance el filamento, los electrones desprendidos del filamento se aceleran y se hacen colisionar contra el anticátodo o blanco. La energía suministrada a los electrones se convierte en radiación ionizante, solo el 1% y el resto se convierte en calor.***

El ánodo debe tener una angulación aproximada de 20°, para que se pueda aumentar la potencia mientras se disparan los electrones contra él.

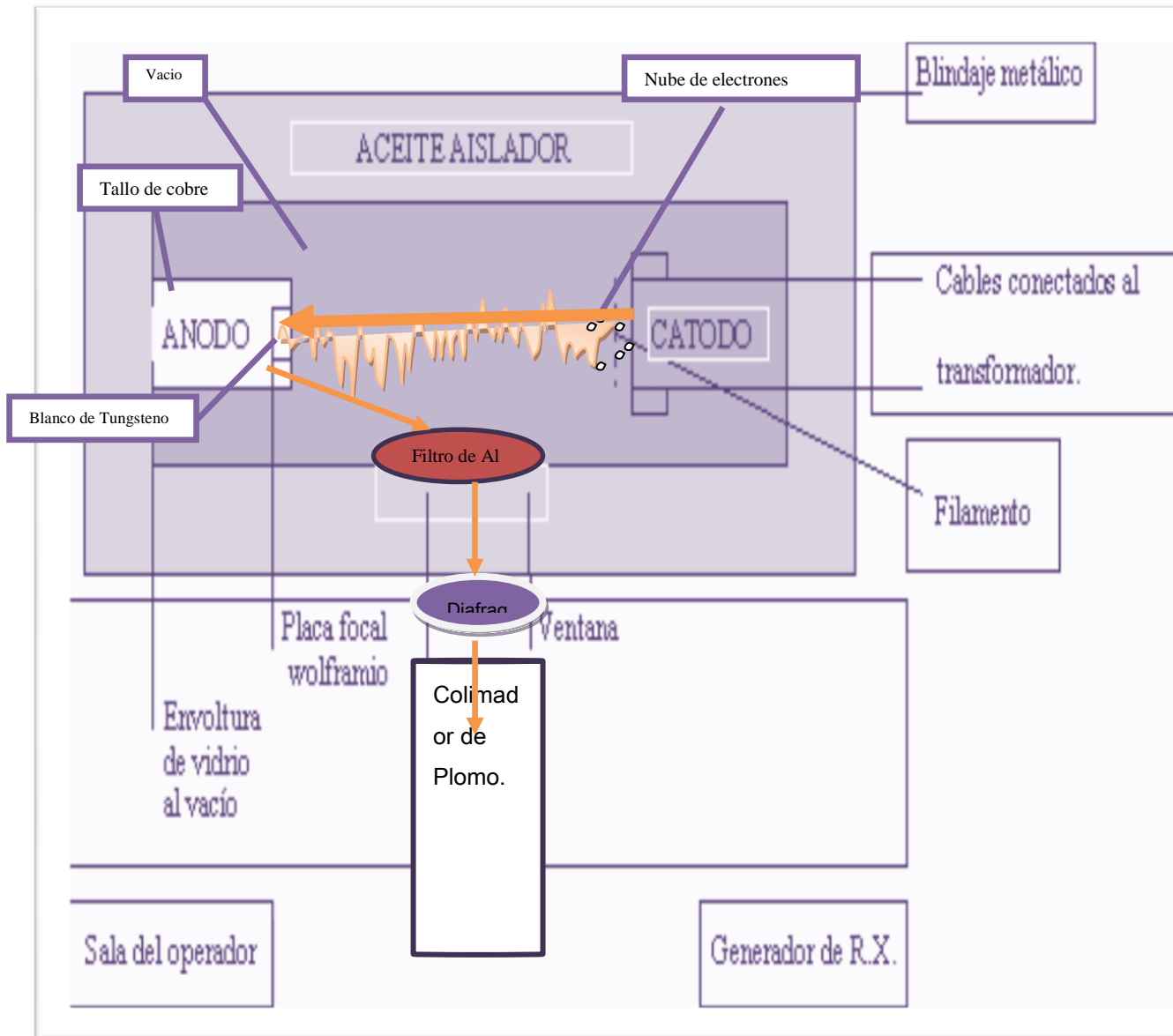
1.5.- La cantidad y calidad de las radiaciones esta depende del Kilo voltaje (calidad) y del mili amperaje (cantidad-tiempo).

Dependen del tamaño de longitud de onda y de la velocidad con que se emita el rayo de acuerdo a esto se clasifican en:

Rayos blandos; con una onda efectiva de 0.5 A (50-60 Kv) son menos penetrantes y se absorben más en el organismo

Rayos medios; con una onda efectiva de 0.45 A (60-70 Kv).

Rayos duros; con una onda efectiva de 0.4 A (75-90 Kv) son más penetrantes y por lo tanto se absorben menos.⁽¹²⁾



Aguinaldo de Freitas. José Edu Rosa. Icleo Faria e Souza. Radiología odontológica. Editorial latinoamericana. 2002. Pagina 29.

Roentgen: Como unidad de exposición corresponde a la unidad de radiación X capaz de liberar por ionización de 0.001293 gr de aire una unidad electrostática (0.001293 gr equivalen a la masa de 1 cm² de aire seco a 0°C y a 760mm de presión). 1 R es igual a 1 rem.

El RAD: (de Roentgen-absorber- dosis) Como unidad de radiación absorbida (de cualquier radiación ionizante y en cualquier medio). Representa una absorción de energía de 100 ergios por gramo frente al cuerpo(mezcla de tejidos duros y blandos) puede considerarse equivalente al Roentgen.

El Gray: Energía depositada por unidad de masa de material (Análoga a la exposición pero para materiales). Dosis absorbida por unidad de tiempo.

El REM: (de Roentgen-equivalent-man) Corresponde a la cantidad de cualquier radiación que produzca el mismo efecto biológico en el hombre y mamíferos, que el producido por la absorción de 1 R de rayos X o gamma. 1rem equivale $2.58 \cdot 10^{-4}$ C/Kg

El sievert: La dosis absorbida produce efectos distintos según el tipo de radiación, por eso se define la dosis equivalente que es independiente de la radiación que la haya producido. Suma ponderada de las dosis equivalentes en los distintos órganos

Magnitudes y unidades radiológicas

Magnitud	Definición	Unidad	
		Sistema Internacional	Otros
Actividad	Nº de desintegraciones por unidad de tiempo	1 Becquerelio = 1 Bq = 1 d.p.s.(desintegración por segundo)	1 Curio = 1 Ci = $3.7 \cdot 10^{10}$ Bq
Exposición	Carga total de iones liberada por unidad de masa de aire (válido en aire seco)	1 Culombio/kilogramo = 1 C/kg	1 Roentgen = 1 R = $2.58 \cdot 10^{-4}$ C/kg
Tasa de exposición	Exposición por unidad de tiempo	1 C/kg s	1 R/s, 1 R/h
Dosis absorbida	Energía depositada por unidad de masa de material (Análoga a la exposición pero para materiales)	1 Gray = 1 Gy = 1 J/kg	1 rad = 100 ergios/gramo 1Gy = 100 rad
Tasa de dosis absorbida	Dosis absorbida por unidad de tiempo	1 Gy/s	rad/h, rad/min
Dosis equivalente	La dosis absorbida produce efectos distintos según el tipo de radiación, por eso se define la dosis equivalente que es independiente de la radiación que la haya producido.	1 Sievert = 1 Sv	1 rem , 1Sv = 100 rem
Dosis efectiva	Suma ponderada de las dosis equivalentes en los distintos órganos	1 Sievert = 1 Sv	1 rem 1 Sv = 100 rem

Capítulo 2

Efectos nocivos de las radiaciones ionizantes sobre tejidos vivos.

La interacción inicial entre la radiación y la materia se produce a nivel del electrón en los primeros 10^{13} segundos siguientes a la exposición. Estos cambios modifican las moléculas biológicas en los siguientes segundos a horas, los cambios moleculares pueden dar mayores alteraciones en las células y organismos que persisten durante horas, décadas e incluso generaciones. Pueden producir lesión o muerte de la célula u organismo. Teóricamente no hay dosis inocuas, incluso la más pequeña cantidad se añade al peligro total.

2.1.-Los efectos biológicos de la radiación ionizante se dividen en dos amplias categorías:

	Efecto estocástico (La gravedad depende de la dosis. Se relaciona con las mutaciones)	Efecto no estocástico (La gravedad depende de la dosis. Se relaciona con la letalidad)
Efectos hereditarios	Ejemplo: Anormalidades hereditarias	
Efectos somáticos	Ejemplo: Carcinogénesis	Ejemplo: Anemias, caída de cabello, esterilidad

www.Radiobiología.com

- **Los efectos no estocásticos;** son aquellos en los que la gravedad de la respuesta es proporcional a la dosis. Estos efectos aparecen cuando la dosis es lo bastante grande.
- **Los efectos estocásticos;** son aquellos los cuales se rigen por el todo o nada la probabilidad de que una persona sufra o no una alteración. Se cree que los efectos estocásticos no tienen dosis umbral.

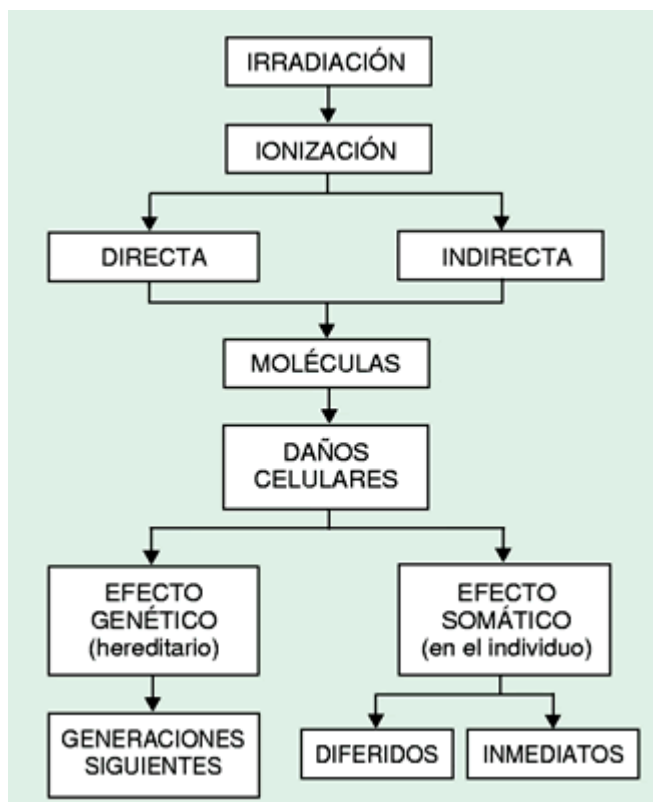
En ambos casos la probabilidad de efecto o el efecto aumenta directamente con la dosis.

.Efectos estocásticos: Los efectos tardíos se producen como consecuencia de la alteración del material genético de aquellas células que sobreviven a la radiación. Para este tipo de efectos no puede hablarse de una dosis umbral, dado que bastaría una única interacción para que se produjeran.

Pueden ser: Somáticos; afectan a la salud del individuo, que ha recibido la irradiación.
Genéticos; afectan a la salud de los descendientes del individuo irradiado.

2.2.- Efecto de la radiación ionizante sobre los tejidos.

- **Ionización:** Todos los tejidos vivos están compuestos de átomos y moléculas eléctricamente estables, al recibir radiación ionizante el tejido vivo, si un quantum de la radiación ionizante choca con un electrón en una molécula del tejido vivo, entonces dicha molécula queda en un estado de desequilibrio y busca estabilidad aceptando una carga negativa de un átomo de otra procedencia y constituir así un nuevo producto químico. En algunos casos pueden formarse sustancias que no sean compatibles con los tejidos corporales. El grado de alteración celular depende de la sustancia celular irradiada, la destrucción de una célula no tendrá ningún efecto dañino observable. Los síntomas subjetivos solamente ocurren cuando la cantidad de radiación es relativamente elevada para dañar las células y que estas no puedan cumplir adecuadamente sus funciones.



NTP 614: Radiaciones ionizantes: normas de protección

- **Directo:** Son los que causan alteración directa en las moléculas biológicas. Alrededor de un tercio de los efectos biológicos de la exposición a los rayos x se debe a los efectos directos.

- **Indirecto:** Dado que el agua es la molécula predominante en los sistemas biológicos, tras la exposición a la radiación ionizante se produce una compleja serie de cambios físicos en el agua, esto hace que se origine una producción de sustancias que no son compatibles con los tejidos del organismo. La radiación puede alterar la composición química de enzimas, inhibidores, hormonas etc. Y anular parcial o totalmente su función. El efecto indirecto depende de la cantidad de exposición a la radiación.

Efectos de la radiación sobre los embriones y fetos: Los embriones y fetos son considerablemente más radio sensible que los adultos porque la mayor parte de las células embrionarias están relativamente indiferenciadas, y experimentan mitosis rápidas. La irradiación prenatal puede llevar a la muerte o al desarrollo de anomalías específicas del desarrollo según la etapa en la que se produjo la irradiación.

Efectos somáticos: Los tejidos somáticos incluyen todas las células del cuerpo. El efecto de la radiación ionizante sobre los tejidos consiste en una modificación o destrucción determinada de células. Los efectos somáticos se pueden clasificar en efectos a corto plazo o tardíos. Estos dependen de la cantidad de exposición.

Síndrome Agudo de radiación

Dosis en Gy	Manifestación
1-2	Síntomas prodrómicos
2-4	Síntomas hematopoyéticos leves
4-7	Síntomas hematopoyéticos graves
7-15	Síntomas gastrointestinales
50 †	Síntomas cardiovasculares y del sistema nervioso central

Stuart C. White. Michael J. Pharoah. Radiología Oral principios e interpretación. 4ª Edición. Editorial Elsevier Science. Páginas 34-37.

- ✚ **Síntomas prodrómicos:** En los primeros minutos a horas siguientes a la radiación de todo el cuerpo, se pueden producir síntomas característicos de trastornos del gastrointestinal; anorexia, náuseas, vómito, diarrea, debilidad y fatiga.

- ✚ **Síntomas Hematopoyéticos leves:** Lesión de las células madre hematopoyéticas convirtiendo a la médula ósea en un tejido muy radio sensible.

- ✚ **Síntomas Hematopoyéticos Graves:** Rápida y profunda disminución de granulocitos y plaquetas circulantes, finalmente de eritrocitos, por consiguiente en las semanas posteriores a la lesión por radiación, las infecciones aparecen, seguidas por anemia.

- ✚ **Síntomas gastrointestinales:** Típicamente, no se observan síntomas entre los días 2º y 5º periodo latente el paciente se siente bien. Sin embargo tal exposición produce considerables lesiones en células epiteliales basales y rápida proliferación de las vellosidades intestinales y da lugar a la pérdida de la capa epitelial de la mucosa intestinal. El tiempo de cambio o renovación de células que tapizan el intestino delgado suele ser de 3-5 días; durante este recambio se produce pérdida de plasma y electrolitos, una mala absorción intestinal, ulceraciones, hemorragias intestinales, diarrea, deshidratación y pérdida de peso, en casos graves septicemias ya que las bacterias endógenas invaden con facilidad la superficie desnuda.

- ✚ **Síntomas cardiovasculares y del SNC:** Las exposiciones superiores a 50Gy suelen producir muerte en 1 o 2 días. Los escasos seres humanos que han sido expuestos a estos niveles presentaron colapso del sistema circulatorio, con un brusco descenso de la T/A en horas anteriores al fallecimiento. La autopsia reveló necrosis del músculo cardíaco. Las víctimas pueden mostrar coma intermitente, incoordinación, desorientación y convulsiones que sugieren una lesión extensa del sistema nervioso. El síndrome es irreversible puede tener una duración desde minutos hasta alrededor de 48 horas antes del fallecimiento.

2.3.- Radio sensibilidad celular y sus manifestaciones consecutivas de mayor a menor grado de sensibilidad.

#	Células	Manifestaciones consecutivas
1	Embrionarias (Máximo hasta 90 días)	Malformaciones
2	Genéticas	Mutaciones.
3	De la sangre y médula ósea	Anemia y granulocitopenia
4	Epiteliales y endoteliales	Enrojecimiento, inflamación y resequedad dependiendo del área afectada.
5	Del cristalino	Cataratas
6	Folículo piloso	Muere celular y como consecuencia alopecia.
7	Tubulares del riñón	Con dosis fraccionadas de 20 Gy en 3-4 semanas se puede observar una reducción en la función renal. Con dosis más altas se produce nefritis aguda en un plazo de 6-12 meses, que puede ser letal o conducir a la nefritis crónica. Esclerosis y fibrosis. Generalmente estos cambios van acompañados de hipertensión arterial.
8	Oseas	Cuando el hueso esta en crecimiento se detiene el crecimiento.
9	Nerviosas	Son poco susceptibles ya que son células que ya no están en constante división celular.
10	Musculares	Son poco susceptibles ya que son células que ya no están en constante división celular.

2.4.- Aspectos importantes a considerar en mujeres embarazadas o con probabilidad de embarazo.

Debemos poner especial cuidado con mujeres embarazadas o con sospecha de embarazo. Es por eso que la mayoría de los organismos oficiales incluyendo el consejo nacional para protección y medidas de radiación (NCRP) indica que exposiciones de 0.05 Gy o menos no elevaran los riesgos de los defectos de nacimiento o abortos. Sin embargo si la dosis excede el umbral de la dosis, los riesgos de la exposición a la radiación al embrión humano incluyen pérdida del embrión, retardo en el crecimiento y malformaciones congénitas, microcefalia y retardo mental, infertilidad y carcinogénesis (en controversia con la magnitud del riesgo congénito al feto). Excepto para carcinogénesis, todos esos efectos son un fenómeno del umbral. Por ello una exposición bajo 0.05 Gy no representa un riesgo cuantificable en aumento para el embrión. Los procedimientos en medicina clínica son ignorados y una opinión basada en información pobre es proporcionada al paciente. Frecuentemente refleja los prejuicios del especialista acerca de los efectos de la radiación o su ignorancia en el campo de la biología y radiación.

Máximo riesgo

Menor

Mínimos



www.RADIOBIOLOGIA.com

Malformaciones radio inducidas

- Las malformaciones tienen un **umbral de 100-200 mGy o mayor** y están asociadas típicamente con problemas del sistema nervioso central.
- No se llegan a alcanzar dosis al feto de 100 mGy ni aún con 3 TC de pelvis o 20 exámenes convencionales por Rayos X
- Se puede** llegar a estas dosis con procedimientos intervencionistas de pelvis guiados por fluoroscopia y con la radioterapia.

Evaluación sistemática a mujeres embarazadas o con sospecha de embarazo.

- 1) Avance del embarazo al momento de la exposición.
- 2) Historial menstrea (Fecha de última menstruación), # de embarazos y reproductivo (# de hijos).
- 3) Fecha de la concepción (algunas veces la paciente sabe cuando concibió).
- 4) Historial de embarazos anteriores.
- 5) Historial médico familiar de malformaciones congénitas y problemas reproductivos.
- 6) Otros factores ambientales dañinos que hayan ocurrido durante el embarazo.
- 7) Edad de la madre y del padre.
- 8) Tipos, fechas y número de cualquier estudio con radiación realizado.
- 9) Cálculo de la exposición al embrión por un médico trabajador de la salud o radiólogo familiarizado con este tipo de evaluación.
- 10) Condiciones del embarazo (deseado o no deseado).
- 11) Riesgos espontáneos que afectan el embarazo y la concepción y el riesgo adicional que después de una baja dosis de exposición a radiación ionizante (0.05 Gy).**

Tipo de riesgos	Riesgos espontáneos frente un embarazo o concepción (0 rad de exposición)	Riesgo adicional por 0.05Gy de exposición
Riesgo temprano de embarazo después de la primer ausencia del periodo	350,000/10 ⁶ Embarazos.	0
Riesgo de aborto espontáneo cuando la mujer se sabe embarazada	150,000/10 ⁶ Embarazos.	0
Riesgo mayor de malformaciones congénitas	30,000/10 ⁶	0
Riesgo de severo retraso mental	5,000/10 ⁶	0
Riesgo de leucemia infantil por año.	40/10 ⁶ /año	0<?1-3/10 ⁶ años
Riesgo temprano o tardío de enfermedad genética	110,000/10 ⁶	Muy bajo riesgo; el riesgo es en la siguiente generación y no es un incremento medible solo una pequeña población.
Prematures	40,000/10 ⁶ Embarazos.	0
Retrasó en el crecimiento	30,000/10 ⁶ Embarazos.	0
Infertilidad	7% de los matrimonios	0

Revista Panam salud publica/Pam Am J Public Healt 2006. Consecuencias de exponer a pacientes a radiación ionizante durante el embarazo. Página 200.

2.5.- Aspectos importantes a considerar en Niños y adolescentes.

En los niños y adolescentes debemos tener especial cuidado, recordemos que están en pleno desarrollo y exposiciones innecesarias se deben evitar en estas etapas de la vida.

2.6.- Dosis de radiación ionizante peligrosas que comprometen la salud y la vida del hombre.

Mientras que en radio terapia el suministro local y fraccionado de 60 Gy= 6000 rads de dosis tumor no produce ningún signo de amenaza para la vida, una dosis de más de 6 Gy=600 rads proporcionada una sola vez sobre todo el cuerpo puede ser letal. Veamos la siguiente tabla.

Tiempo tras la radiación	*mC/kg (600 rads).	*mC/kg (400 rads).	*mC/kg (300-100 rads).
1-2 horas	Nauseas y vómito	Nauseas y vómito	Nauseas y vómito
1ª Semana	Ausencia de síntomas, diarrea hemática.	Ausencia de síntomas	Ausencia de síntomas
2ª Semana	Fiebre, debilidad y muerte.		
3ª Semana		Perdida capilar, falta de apetito, inflamación de boca y faringe, diarrea y muerte en un 50%	Perdida capilar, falta de apetito, diarrea y abatimiento. Recuperación posible
4ª Semana			Leucemia

*mc=Masa corporal.

Friedrich Anton Pasler. Radiología odontologica. 2ª Edición. Ediciones científicas y técnicas Pagina 359.

2.7.-Limite de dosis

La observación de los límites anuales de dosis constituye una medida fundamental en la protección frente a las radiaciones ionizantes. Los límites de dosis son valores que nunca deben ser sobrepasados y que pueden ser rebajados de acuerdo con los estudios de optimización adecuados y se aplican a la suma de las dosis recibidas por exposición externa e interna en el periodo considerado. Los límites de dosis actualmente en vigor, están referidos a un periodo de tiempo de un año oficial y diferencian entre trabajadores expuestos, personas en formación o estudiantes y miembros del público. También están establecidos límites y medidas de protección especial para determinados casos, como mujeres

embarazadas y en período de lactancia y exposiciones especialmente autorizadas. (Ver tabla 2).

TABLA 2. Límites de dosis (RD 783/2001)

DOSIS EFECTIVA ⁽¹⁾	Personas profesionalmente expuestas	Trabajadores	100 mSv/5 años oficiales consecutivos (máximo: 50 mSv/cualquier año oficial) ⁽²⁾	
		Aprendices y estudiantes (entre 16 y 18 años) ⁽³⁾	6 mSv/año oficial	
	Personas profesionalmente no expuestas	Público, aprendices y estudiantes (menores de 16 años) ⁽⁴⁾	1 mSv/año oficial	
DOSIS EQUIVALENTE	Personas profesionalmente expuestas	Trabajadores		
		Cristalino	150 mSv/año oficial	
		Piel ⁽⁵⁾	500 mSv/año oficial	
		Manos, antebrazos, pies y tobillos	500 mSv/año oficial	
		Aprendices y estudiantes (entre 16 y 18 años)		
		Cristalino	50 mSv/año oficial	
		Piel ⁽⁵⁾	150 mSv/año oficial	
		Manos, antebrazos, pies y tobillos	150 mSv/año oficial	
	Personas profesionalmente no expuestas	Público, aprendices y estudiantes (menores de 16 años)		
		Cristalino	15 mSv/año oficial	
Piel ⁽⁵⁾		50 mSv/año oficial		
CASOS ESPECIALES	Embarazadas (feto)	Debe ser improbable superar	1 mSv/embarazo	
	Lactantes	No debe haber riesgo de contaminación radiactiva corporal		
EXPOSICIONES ESPECIALMENTE AUTORIZADAS	Sólo trabajadores profesionalmente expuestos de categoría A: en casos excepcionales las autoridades competentes pueden autorizar exposiciones individuales superiores a los límites establecidos, siempre que sea con limitación de tiempo y en zonas delimitadas.			

(1) Dosis efectiva: suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo procedentes de irradiaciones internas y externas.

(2) 10 mSv = 1 rem

(3) Sólo en caso de aprendices y estudiantes que por sus estudios estén obligados a utilizar fuentes radiactivas. En ningún caso se podrán asignar tareas a los menores de 18 años, que pudieran convertirlos en trabajadores expuestos

(4) Excepcionalmente se podrá superar este valor, siempre que el promedio durante 5 años consecutivos no sobrepase 1 mSv por año.

(5) Calculando el promedio en cualquier superficie cutánea de 1 cm², independientemente de la superficie expuesta.

DOSIS COMPARADAS (mSv)
• Tratamiento de Radioterapia 50000
• Dosis Letal Media 4500
• Dosis Eritema Piel 45000
• Límite Dosis (Extremidades) 500
• Límite Dosis (Cristalino) 150
• Límite Dosis (Promedio) 20
• Dosis paciente 1 a 40
• Fondo Natural 2
• Límite Dosis (promedio público) 1
• Dosis Radiólogo en odontología 0.1

2.8.-Irradiación y contaminación radiactiva.

Se denomina irradiación a la transferencia de energía la de un material radiactivo a otro material, sin que sea necesario un contacto físico entre ambos, y contaminación radiactiva a la presencia de materiales radiactivos en cualquier superficie, materia o medio, incluyendo las personas. Es evidente que toda contaminación da origen a una irradiación (fig. 3).

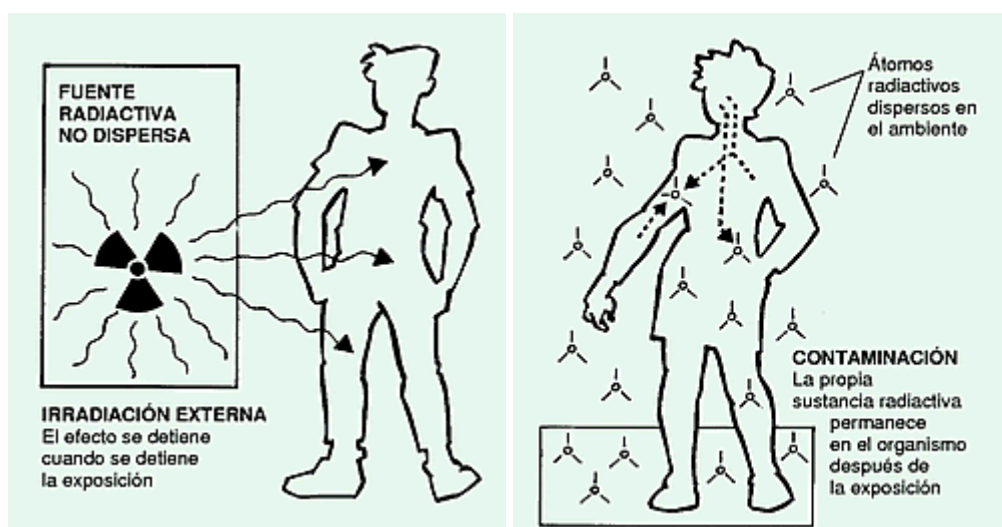


Figura 3.NTP 614: Radiaciones ionizantes: normas de protección

Capítulo 3

Medidas de protección

Para el paciente:

1) Filtración: Consiste en interponer entre el rayo central y el paciente una lámina de metal (aluminio, cobre, berilo, etc.), que al absorber los rayos de mayor longitud de onda (largos o blandos) evita que estos sean absorbidos por la piel del paciente.

Para los aparatos radiográficos dentales se indica la utilización de una total filtración equivalente a 1.5 mm de aluminio debajo de 70 Kv y equivalente a 2.5 mm de aluminio sobre 70 Kv.

A medida que se reduce la longitud de onda, los rayos se transmiten más fácilmente (se absorben menos). En consecuencia, cuando el aparato en uso no tenga la filtración correcta, esta lograrse mediante el agregado de disco de aluminio puro hasta completar el espesor requerido; esto se denomina filtración adicional; la propia del aparato (Fabrica) se denomina filtración inherente (determinada por vidrio del tubo, aceite, etc.). La fabricación y colocación del filtro adicional por el profesional es por demás simple; basta recortar un disco (o los que sean necesarios) y, luego de retirado el colimador pegarlo adosado al diafragma sobre el uso del filtro es necesario advertir que su presencia reclama técnicamente aumento del tiempo de exposición. Esto se debe a que, si bien el filtro absorbe principalmente los rayos largos, también absorbe parte de los cortos; esta última pérdida debe ser compensada radiográficamente aumentando el tiempo de exposición. Aclaremos que con tal aumento se supone mayor cantidad de rayos emitidos, llegan menos rayos largos a la piel (cara) que los que llegarían sin filtro (sin aumento de exposición).

Según Updegrave, a la distancia "mínima", utilizando 63 Kv-12mA y un diafragma de calibre 3.17 cm (1^{1/4} pulgada) a un cm del diafragma con 5 seg. de exposición se ha comprobado:

Sin filtro adicional		59.0 R
Filtro adicional	De 0.5 mm de Al	33.0 R
" " "	De 1 mm de Al	22.3 R
" " "	De 1.5 mm de Al	17.1 R
" " "	De 2 mm de Al	14.4 R

El filtro de Samario. En terreno experimental Richards y Cool han comprobado que utilizando un filtro de Samario (Sm) 10 veces mas delgado que el “clásico” de Al de 2 mm (esto es de 0.2 mm), con una calidad de rayos correspondiente a 70 Kv, la dosis facial (y en consecuencia la gonadal y profesional) Se reduce aproximadamente 1/3 (de 1.48 a 1.00 R).

2) Diagramación – colimación: Diafragmar es interceptar el haz de rayos X con objeto de reducir su sección. Colimar es determinar la dirección del Haz de rayos X (R.C.).

Los diafragmas pueden considerarse parte de la colimación, ya que si el centro de la apertura (circular o rectangular) del diafragma, no coincide con el “eje” del cono* o cilindro, que se utiliza como guía para colimar, el centrado (R.C.) de la radio proyección quedará descontrolado.

Diafragmación: Se traduce directamente en menor volumen del tejido irradiado e indirectamente en la reducción de la cantidad de rayos secundarios generados.

En consecuencia, al disminuir la sección del haz de rayos primarios, mediante la interposición de un diafragma de calibre apropiado, se logra significativamente protección para el paciente. Así según Richards, al disminuir el círculo irradiado (piel) de 9 cm a 7 cm se disminuye aproximadamente en un 38% la dosis facial y en un 30% la gonadal.

De acuerdo a investigaciones de todos los medios físicos de protección para el paciente la diafragmación es el más efectivo.

La falta o el uso de diafragmas de gran calibre principalmente en los métodos intraorales, trae como consecuencia la irradiación innecesaria del cristalino.

También debe considerarse que cuando se utilizan los procedimientos con “cono largo” con el mismo diafragma de “cono corto” aumenta notablemente el área irradiada.



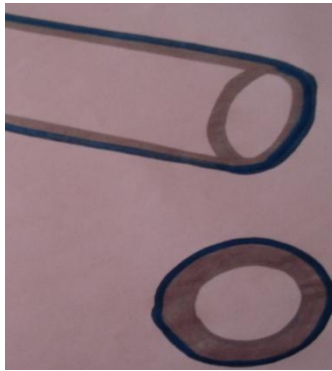
Recaredo A. Gómez Mattaldi. Radiología odontológica. Editorial Mundi. 2ª Edición. 1975. Pagina 26.

Colimación: La colimación del haz de rayos x se consigue mediante conos metálicos o lavadores de plomo colocados en forma adecuada en el camino del haz primario de rayos x. Este procedimiento no reduce la cantidad de radiación pero si reducen la radiación de los tejidos que rodean a la región examinada

Actualmente no se justifica el uso de un cono de plástico por constituir un nocivo emisor secundario y en consecuencia si este se esta usando obligadamente debe reemplazarse.

El colimador puede fabricarse de la siguiente manera

- a) Se retira el cono en uso
- b) A esta base se le se le une o pega un tubo o cilindro de acrílico a la medida interior o exterior de la base según sea el caso.
- c) El interior del tubo se forra con una lámina de plomo de 3 a 5 mm de espesor.



3) Aumento del Kilo voltaje: El aumento de Kilo voltaje se traduce en menor proporción de rayos largos blandos (absorbidos más frecuentemente por la piel). El Kilovoltaje que manejan los aparatos en odontología varía de 70 Kv a 90 Kv.

4) Intensidad de amperaje: La cantidad de electrones que se desplazan por sección de un conductor, durante un segundo. Se mide en amperios (A) en radiología se utiliza el miliamperio (mA). La intensidad de corriente que circula por un tubo dental varia entre 5 y 20 Ma.

5) Reducción del tiempo de exposición: La cantidad de rayos a que se expone un paciente se puede reducir:

- a) Utilizando películas rápidas o ultrarrápidas, constituyen por si mismas el medio más efectivo y simple para reducir las tres dosis; facial, gonadal y profesional.

Películas radiográficas clasificadas por grupos de velocidad *

Película	ANS PH6.1 (1970)	Roentgen recíprocos**
IFI BH-1	B***	3-6 (más lenta)
Kodak radia Tized	B	3-6
Minimax intermédiaire	B	3-6
Rinn MF (plus light)	B	3-6
IFI SBH-1	C	6-12
Minimax extra fast	C	6-12
Rinn EF	C	6-12
IFI UBH-1	D	12-24
Kodak Ultra-speed	D	12-24
Minimax triple x	D	12-24
Rinn super (plus light)	D	12-24
Kodak Insight 1- Film F E	E	24-48
Kodak Insight 1- Film F E	F	48-96 (más rápida)
Kodak doble Insight 2- Film F E	F	48-96 (más rápida)
AGFA DENTUS M2 speed E/F	F	48-96 (más rápida)

* El método para calcular la velocidad de la película ha sido descrito en el J. Am Dent Assoc. 1959.

**El límite superior de cada grupo de velocidades es excluido de dicho grupo.

***Desde junio de 1974 no se fabrica ni empaqueta película de velocidad B.

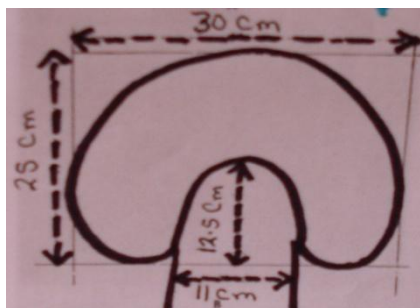
Artur H. Wuehrmann. Linconln R. Manson-Hing. Radiología dental. Editorial Salvat. Tercera edición. Pagina 26.

b) Mediante el empleo de pantallas reforzadoras: Actualmente solo se utilizan en radiografías extra orales.

c) Por mejoras en el laboratorio evitar la repetición de radiografías aumentando en un 50 % el tiempo de revelado indicado por los fabricantes.

6) Aumento de la distancia foco – piel: La dosis piel de entrada siempre es mayor que la dosis radiográfica. Sin embargo es importante tener presente que la diferencia entre ambas dosis no es constante, la misma disminuye progresivamente con el alejamiento del foco. Para aplicar este medio de protección sólo resultan técnicamente prácticos los aparatos de medio o máximo kilo voltaje dado que los mismos permiten mayores distancias con menores tiempos de exposición.

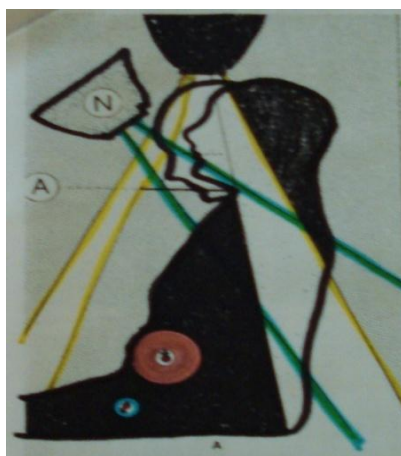
7) Pantallas antirrayos X pantalla submandibular: En todos los casos en que se trate de embarazadas o de niños, en quienes deben extremarse las precauciones, y siempre que se practiquen procedimientos en los cuales los rayos del haz primario puedan alcanzar directamente la región su abdominal es indispensable recurrir a las pantallas antirrayos x como son los delantales plomados. En cuanto a las pantallas submandibulares están constituidas por láminas de plomo de 1 mm de espesor, de forma semicircular soportadas por una base de madera o de plástico. También existe el collarín para proteger la glándula tiroides.



Recaredo A. Gómez Mattaldi. Radiología odontológica. Editorial Mundi. 2ª Edición. 1975. Pagina 30.

8) Posición.

La posición más segura para el paciente es colocarlo sentado con la espalda recta formando un Angulo de 90° en relación con sus piernas, y en caso de no disponer de pantalla ni de delantal, debe evitarse la dirección de los rayos primarios hacia la región gonadal haciendo flexionar completamente la cabeza y dando una nueva dirección al rayo central.



Recaredo A. Gómez Mattaldi. Radiología odontológica. Editorial Mundi. 2ª Edición. 1975. Pagina 30

Medidas de protección para el POE.

1) Evitar el haz primario: La falta más grave (ignorancia e inconsciencia) que se puede cometer es colocarse en el trayecto del haz de rayos primarios, debe evitarse categóricamente sostener el paquete o centralizador durante la exposición.

Una medida profiláctica para evitar la exposición accidental al haz primario consiste en colocar el sillón dental de manera que el paciente de su espalda a la ventana de la sala donde se trabaja; en esta forma el riesgo para el profesional y el personal auxiliar resulta prácticamente nulo.

2) Pantallas o barreras antirrayos X: Respecto a la constitución de las barreras, es importante saber que su protección (seguridad) varía con:

- a) El número atómico del material empleado.
- b) El kilovoltaje o penetración utilizado.
- c) La cantidad de miliamperios/ segundos utilizados diariamente.

Materiales que pueden usarse como barreras de protección Según Schinz

5mm de latón	3mm de acero Equivalen a 1 mm de plomo 100 mm de ladrillo 1000 mm de madera
--------------	--

Recaredo A. Gómez Mattaldi. Radiología odontológica. Editorial Mundi. 2ª Edición. 1975. Pagina 31.

3) Distancia.

La intensidad de la radiación X es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el individuo y la fuente de radiación. Por ejemplo, si el operador ha tenido la costumbre de colocarse a 60 cm de la fuente de radiación y luego se aleja a una distancia de 120 cm, la radiación que recibirá en esta última distancia será solamente una cuarta parte de la cantidad recibida en la primera posición. Se recomienda que el operador se coloque a un mínimo de 2 m del paciente y de la fuente de radiación.

Capítulo 4

Medidas de protección físicas tanto para los pacientes como para el personal ocupacionalmente expuesto (POE) de acuerdo a la NOM-229-SSA1-2002.

1.2 Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para todos los propietarios, titulares, responsables, asesores especializados en seguridad radiológica, equipos de rayos X y establecimientos para diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (rayos x) en unidades fijas o móviles para su aplicación en seres humanos, quedando incluidos los estudios panorámicos dentales y **excluidas las aplicaciones odontológicas convencionales** y densitometría ósea.

4.1 Normas emitidas para la protección física tanto de pacientes como para el personal ocupacionalmente expuesto (POE).

- **NOM-012-STPS-1999:** Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, usen, manejen, almacenen o transporten fuentes de Radiaciones ionizantes.

5. Obligaciones del patrón

5.8 Brindar **capacitación y adiestramiento** al personal ocupacionalmente expuesto, al menos cada doce meses en:

- a) Principios de seguridad radiológica, aplicables al riesgo del uso de las radiaciones ionizantes;
- b) El manual de procedimientos de seguridad radiológica;
- c) El plan de emergencia de seguridad radiológica;
- d) El programa específico de seguridad e higiene.

6. Obligaciones del personal ocupacionalmente expuesto (POE).

6.3 Asistir y acreditar los cursos de capacitación y entrenamiento que el patrón le indique, En materia de seguridad radiológica, de acuerdo a lo establecido en el apartado 5.8.

NOM-031-NUCL-1999, Requerimientos para la calificación y entrenamiento del Personal Ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes (POE)

5.1.3 Presentar la documentación oficial respectiva que demuestre un nivel de escolaridad al menos de educación básica (secundaria).

5.1.4 Demostrar haber acreditado un curso de los principios básicos de seguridad radiológica, aplicable al riesgo radiológico del uso de las radiaciones ionizantes. Este curso debe estar autorizado por la Comisión. Los objetivos mínimos de este curso se establecen en el punto;

6.1. En el caso de que el permisionario sea quien proporcione el curso, debe considerarse lo especificado en la NOM-012-STPS-1999.

5.1.5 Demostrar haber acreditado un curso de capacitación en el manual de procedimientos de la instalación donde laborará, así como en la utilización de los equipos que permiten el uso de las fuentes de radiación ionizante. Este curso debe estar autorizado por la Comisión. Los objetivos mínimos de este curso se establecen en el punto 6.2. En el caso de que el permisionario sea quien proporcione el curso, debe considerarse lo especificado en la NOM-012-STPS-1999.

5.2 El POE que haya sido autorizado por la Comisión, debe acreditar un curso anual de reentrenamiento. Los objetivos mínimos de este curso se establecen en el punto 6.3. Este curso debe estar autorizado por la Comisión. En el caso de que el permisionario sea quien proporcione el curso, debe considerarse lo especificado en la NOM-012-STPS-1999.

NOM-026-STPS-1998. Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO *Esta Nota Técnica de Prevención es continuación de la **nº 303** que hace referencia a la definición, clasificación y normas de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de acuerdo con el "«Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas " (D. 286911972). La prevención a la exposición de radiaciones ionizantes constituye un caso especial dentro del ámbito preventivo, encontrándose en la mayoría de países específicamente reglamentada. En esta Nota Técnica de Prevención se describen brevemente las radiaciones ionizantes sus características y sus tipos, los efectos o daños producidos por las mismas en el organismo y las medidas y normas de protección frente a ellas de acuerdo con el "Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes".*

4.2.- Delimitación de zonas Todo espacio donde se manipulen o almacenen radionúclidos o se disponga de generadores de radiaciones ionizantes deben estar perfectamente delimitado y señalizado. La clasificación en distintos tipos de zonas se efectúa en función del riesgo existente en la instalación.

- **Zona de libre acceso.** Es aquella en que es muy improbable recibir dosis superiores a 1/10 de los límites anuales de dosis. En ella no es necesario tomar medidas de protección radiológica.
- **Zona vigilada.** Es aquella en que no es improbable recibir dosis superiores a 1/10 de los límites anuales de dosis, siendo muy improbable recibir dosis superiores a 3/10 de dichos límites. Se señala con un trébol de color gris-azulado sobre fondo blanco.

- **Zona controlada.** Es aquella que no es improbable recibir dosis superiores a 3/10 de los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol de color verde sobre fondo blanco.
- **Zona de permanencia limitada.** Es aquella en la que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol de color amarillo sobre fondo blanco.
- **Zona acceso prohibido.** Es aquella en la que existe el riesgo de recibir en una exposición única de dosis superiores a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol de color rojo sobre fondo blanco.

Si en cualquiera de las zonas citadas existiera solamente riesgo de exposición externa, el trébol irá bordeado de puntas radiales y si el riesgo fuera solamente de contaminación, el trébol estará sobre un campo punteado. Si se presentaran conjuntamente los dos tipos de riesgo el trébol irá bordeado de puntas radiales sobre un campo punteado.

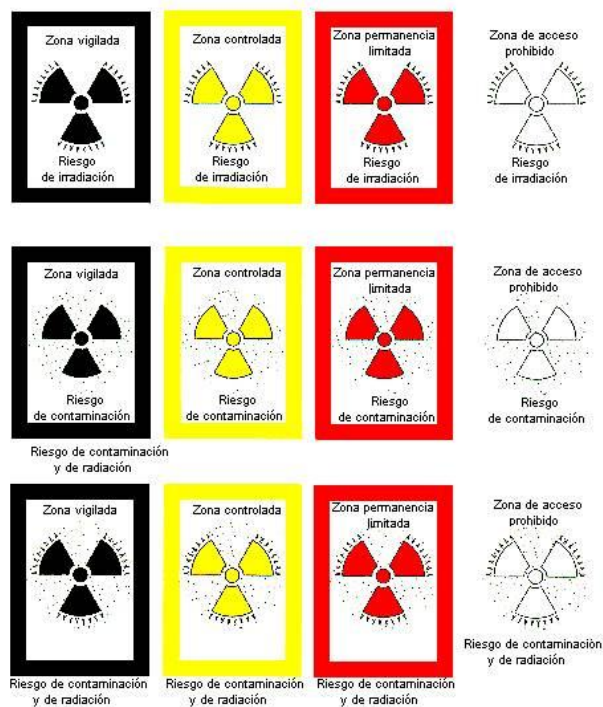


Fig. 4: Señalización de zonas

4.3.- Requisitos técnicos para las instalaciones NOM-229-SSA1-2002:

Responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas de los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico Médico con rayos con rayos X.

7.2 El **titular** debe:

7.2.3 Establecer y aplicar las disposiciones técnicas, operativas y administrativas

necesarias para asegurar la disponibilidad de los recursos indispensables para

la aplicación adecuada de las medidas de protección y seguridad radiológica aplicables a su establecimiento, podrá asignar funciones de protección radiológica y de garantía de calidad a otra persona física o moral, pero mantendrá la responsabilidad de su cumplimiento.

Normas Oficiales Mexicanas

7.2.5 Proporcionar al POE **entrenamiento**, información, equipo, accesorios y dispositivos de protección radiológica adecuados al trabajo que realicen, así como los servicios necesarios de vigilancia médica. El entrenamiento que el titular proporcione debe estar de acuerdo con las disposiciones legales aplicables.

7.7 El **P.O.E.** debe:

7.7.3. Proporcionar al titular o responsable de la operación y funcionamiento, la

información necesaria sobre sus actividades pasadas y actuales, que pueda contribuir a mejorar la protección y seguridad radiológica propia o de terceros.

7.7.4 Recibir y acreditar los cursos de actualización capacitación y entrenamiento

que el titular indique, en materia de seguridad radiológica, de acuerdo con la

normativa vigente.

4.4.- Límites de dosis de acuerdo a la NOM-229-SSA1-2002:

16.1 Las dosis de rayos x que reciban el POE y el público, con motivo de la operación de los establecimientos de diagnóstico médico con rayos x, deben mantenerse tan bajas como razonablemente pueda lograrse y estar siempre por debajo de los límites establecidos en los ordenamientos legales aplicables.

16.1.1 Para el POE, el límite del equivalente de dosis efectiva anual ($H_{E, L}$) para los efectos estocásticos es de 50 mSv (15 rem). Para los efectos deterministas es de 500 mSv (50 rem) independientemente de si los tejidos son irradiados en forma aislada o conjuntamente con otros órganos. Este límite no se aplica al cristalino, para el cual se establece un límite de 150 mSv (15 rem).

16.1.2 Las mujeres ocupacionalmente expuestas que se encuentren embarazadas ocupacionalmente expuestas que se encuentren embarazadas solo podrán trabajar en condiciones donde la irradiación se distribuya lo más uniformemente posible en el tiempo y que la probabilidad de que reciban un equivalente de dosis anual mayor de 15 mSv (1.5 rem) sea muy baja.

16.1.3 Los límites anuales de equivalente de dosis para individuos del público para efectos estocásticos es 5 mSv (0.5 rem) y para los efectos deterministas es de 50 mSv (5 rem). Estos límites de dosis se aplican al grupo crítico de la población, o al individuo más expuesto.

16.3 Ninguna persona menor de 18 años puede formar parte del POE.

4.5.- Medidas de protección para el Personal Ocupacionalmente expuesto (POE).

17.1 El titular no debe conceder ni utilizar compensaciones especiales o tratamientos preferenciales (salario adicional, jornada reductiva, vacaciones adicionales, jubilación anticipada) como sustitutivo a la adopción de las medidas de protección y seguridad radiológica adecuadas. El cumplimiento de las normas vigentes proporciona unas condiciones de riesgo equivalentes a las del trabajador no expuesto a radiaciones.

17.2 El médico radiólogo, el técnico radiólogo, médicos especialistas, enfermeras y demás y demás participantes en intervencionismo deben usar los dispositivos de protección, con que cuenta el equipo de rayos x para atenuar la radiación dispersa (cortinillas plomadas, marco plomado alrededor de la pantalla, placas de plástico plomado, mamparas, filtros compensadores entre otros), durante la realización de los estudios radiológicos, emplear el colimador apropiado para obtener el haz mínimo necesario y utilizar la tensión adecuada.

17.3 Durante los estudios de fluoroscopia, deben extremarse las medidas de protección radiológica, tanto por la necesidad de permanecer cerca del paciente como por el mayor tiempo de exposición, especialmente aquellas asociadas con la protección de gónadas.

17.4 Los dispositivos mínimos indispensables de protección radiológica por cada departamento de radiología se establecen en la tabla 1.7 de acuerdo con el tipo de estudio a realizar, el POE debe utilizar dichos dispositivos, los cuales deben contar con las siguientes características:

17.4.1 Mandil con espesor equivalente de al menos 0.5 mm cuando cubra solamente el frente del cuerpo, o mandil de al menos 0.25 mm cuando cubra completamente el frente, los costados del tórax y la pelvis.

17.4.2 Guantes de compresión con espesor equivalente a al menos de 0.5 mm de plomo.

17.4.3 Guantes para intervención con espesor equivalente de al menos 0.25 mm de plomo.

17.4.4 Collarín para protección de tiroides con espesor equivalente de al menos 0.5 mm de plomo.

17.4.5 Anteojos para protección del cristalino, con cristales de espesor equivalente de al menos 0.2 mm de plomo.

17.6 Cuando se utilice un equipo móvil, el operador debe mantenerse a una distancia mayor a 1.8m del paciente y emplear un mandil plomado.

17.7 El titular del establecimiento debe establecer un programa de vigilancia radiológica ocupacional, que incluya a todo el POE y permita realizar evaluaciones anuales de la exposición ocupacional de cada trabajador.

4.6.- Medidas de protección para el paciente.

18.1 Solo bajo prescripción médica se podrá exponer a un ser humano a las radiaciones producidas por un equipo de rayos x y nunca por decisiones de carácter administrativo o de rutina. Se prohíbe la radiografía corporal total (ninograma).

18.2 El médico radiólogo y el técnico radiólogo son responsables de que en cada estudio se utilice el equipo adecuado para la protección radiológica del paciente, se procure que la exposición del paciente sea la mínima indispensable y se evite la repetición innecesaria de estudios radiológicos.

18.3 Debe existir un manual de procedimientos técnicos autorizado conjuntamente por el titular y el responsable de la operación y funcionamiento, que explique la forma de realizar cada una de las técnicas de exploración radiológica que se utilicen en el establecimiento de acuerdo a las características del equipo de rayos x, procesador de películas, tipo de películas, tipo de pantallas intensificadoras y tomando en cuenta el espesor del paciente. La elaboración del manual puede tener como guía los niveles orientativos de esta norma. Durante la realización de los estudios radiológicos, el operador (medico radiólogo o técnico radiólogo) debe apegarse a lo indicado en dicho manual. El contenido del manual debe

actualizarse cuando el avance tecnológico, el cambio de equipo o el cambio de procedimientos lo ameriten.

18.4 Durante el estudio radiológico únicamente el paciente debe permanecer en la sala de exposición, solo en casos excepcionales, cuando sea imprescindible para llevar a cabo el procedimiento necesario o para fines de entrenamiento, podrá acompañarlo otra persona. Dicha persona debe recibir instrucciones específicas de lo que va a hacer y del riesgo que implica, debe emplear el equipo de protección adecuado (mandil, guantes, entre otros) y mantenerse fuera del haz de radiación. El equivalente de dosis debe limitarse a 5 mSv por estudio radiológico.

18.5 Durante la operación del equipo de rayos x no deben permanecer personas ni pacientes en los vestidores anexos a la sala de exposición si no se cuenta con el blindaje adecuado para ello.

18.6 Las puertas de acceso a la sala de rayos x, tanto de la entrada principal como las de los vestidores, deben permanecer cerradas durante el estudio radiológico.

18.7 Los equipos de rayos x solo podrán ser operados por las siguientes personas:

18.7.1 Médicos radiólogos

18.7.2 Técnicos radiólogos

18.7.3 Personal del servicio técnico o personal encargado de realizar las pruebas del control de calidad del equipo.

18.7.4 Personal en entrenamiento para la operación del equipo, bajo la supervisión de un médico radiólogo o un técnico radiólogo.

18.10 En todo estudio radiológico el haz de radiación debe limitarse al área de interés y de ser siempre menor al tamaño de la película radiográfica o del intensificador de imagen utilizados, de manera que el área expuesta sea la únicamente indicada en el manual de procedimientos técnicos.

18.11 En todo estudio radiológico en el que las gónadas del paciente queden a menos de 5 cm del campo de radiación, deben protegerse con un blindaje

de espesor equivalente de al menos 0.5 mm de plomo. Excepto cuando el blindaje interfiera en el estudio o excluya información diagnóstica importante.

18.13 La distancia foco – piel no debe ser menor que 30 cm

4.7.- Protección del público de acuerdo a la NOM-229

19.1 Las personas cuya presencia no sea estrictamente indispensable para la realización del estudio radiológico, deben permanecer fuera de la zona controlada durante la operación del equipo.

19.2 Cuando por las condiciones de incapacidad del paciente se requiera la presencia de un acompañante durante el estudio radiológico, se aplicará lo indicado en el numeral 18.4.

19.3 En las zonas no controladas del establecimiento, los niveles de radiación durante la operación del equipo, deben ser adecuados para que ningún individuo reciba una dosis superior a los límites establecidos para el público.

Capítulo 5

Estudiar los diferentes aparatos que existen para la medición de las radiaciones ionizantes.

5.1.- Dosímetros

Son medidores de radiación diseñados para medir dosis de radiación acumulada durante un periodo de tiempo y normalmente se utilizan para medir la dosis a que está expuesto el personal que trabaja, o que permanece en zonas en las que existe riesgo de irradiación. De acuerdo con el principio de funcionamiento pueden ser: de cámara de ionización, de película fotográfica o de termoluminiscencia. Estos últimos son los más utilizados, ya que permiten leer la dosis recibida y acumulada en un período largo de tiempo, normalmente de un mes.

El objetivo de la dosimetría

Detección, análisis y cuantificación de la intensidad de radiación a que se ha sometido un organismo.

Tipos de medidas

- Dosimetría ambiental.
- Dosimetría personal.

Bases del funcionamiento de los dosímetros:

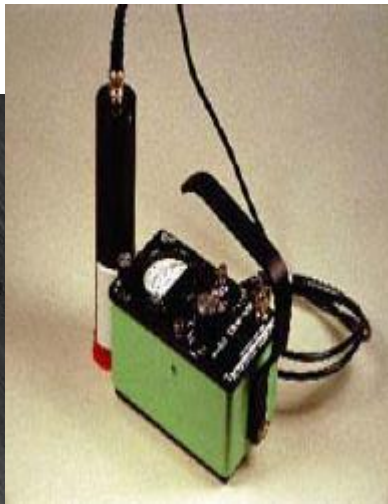
La energía cedida por la radiación provoca cambios en el detector que pueden convertirse en magnitudes medibles.

Principios físicos	Aplicación
Ionización de los gases	Cámara de ionización
Producción de reacciones químicas	Fotografía
Excitación de luminiscencia en sólidos	Termoluminiscencia

www.efectos biológicos de la radiación.

5.2.-Control dosimétrico de ambiental:

- Monitores de radiación
- Dosis o Tasa de dosis
- Situación apropiada
- Con dispositivos de alarma luminosa o acústica
- Monitores de gas = Cámaras de ionización
- Monitores de centelleo
- Monitores de semiconductor = Cámara ionización estado sólido



www.efectos biológicos de la radiación.

5.3.- Control dosimétrico personal

Mide dosis acumulada por cada individuo

Se debe Colocar en zonas adecuadas y estratégicas, tenemos diferentes tipos de dosímetros.

1. Por Ionización: Esto ocurre porque los rayos X ionizan los gases, ósea que por el impacto de los fotones X algunos átomos pierden electrones (-) transformándose el resto de la molécula (que estos integraban) en iones (†).

Como el paso de la corriente eléctrica depende del número de pares de partículas separadas (electrones – iones), y como tal número a su vez depende por una parte del gas/cantidad como factor constante, y por otra de la cantidad/calidad de rayos X, como factor variable, indirectamente conociendo la corriente eléctrica que haya pasado, se conocerá la cantidad de rayos absorbida por el gas.

Sobre la relación ionización/corriente eléctrica se basa el método ionométrico, que no representan otra cosa que cámaras de condensador que pueden colocarse encima de la ropa mientras se trabaja.

2. Por termoluminiscencia:

Este método más moderno se debe al hecho de que ciertas sustancias débilmente impuras entre las cuales se encuentra el fluoruro de calcio (F^2Ca) y el fluoruro de Litio (FLi) con impurezas respectivamente de disprosio (Di) y magnesio (Mg), al ser expuestas a los rayos x adquieren un particular estado de excitación, que posteriormente se traduce en luminiscencia al someter la sustancia impura a una temperatura determinada u óptima.

3. Por densidad radiográfica: Otro método más económico es con películas dosimétricas, se basa en el control de la densidad radiográfica.

Son películas similares a las dentoalveolares pero sin el, metálico que traen estas. Estos paquetes dentro de chasis especiales dejan una parte de la película descubierta a los rayos X, los lleva el personal profesional y el auxiliar en su ropa de trabajo durante el tiempo de comprobación (semanas, meses, trimestres)). Una

vez cumplido este tiempo se llevan a laboratorios y se someten a procesos rigurosos en los cuales se determina la densidad radiográfica adquirida, y sobre la base de tal densidad se establece la cantidad de Roentgens recibida.

4. Prueba de orientación: Este es un procedimiento empírico en el cual vamos a colocar una moneda a un paquete dental de películas ultrarrápidas, adherido con una cinta radiotransparente, durante un tiempo determinado lo porta el personal operativo, una vez cumplido el tiempo se continúa con el procesado de las películas. La cantidad de rayos recibida corresponderá al grado de ennegrecimiento que pueda observarse en el negativo alrededor de la silueta blanca de la moneda.⁽¹²⁾

–De solapa



–De muñeca

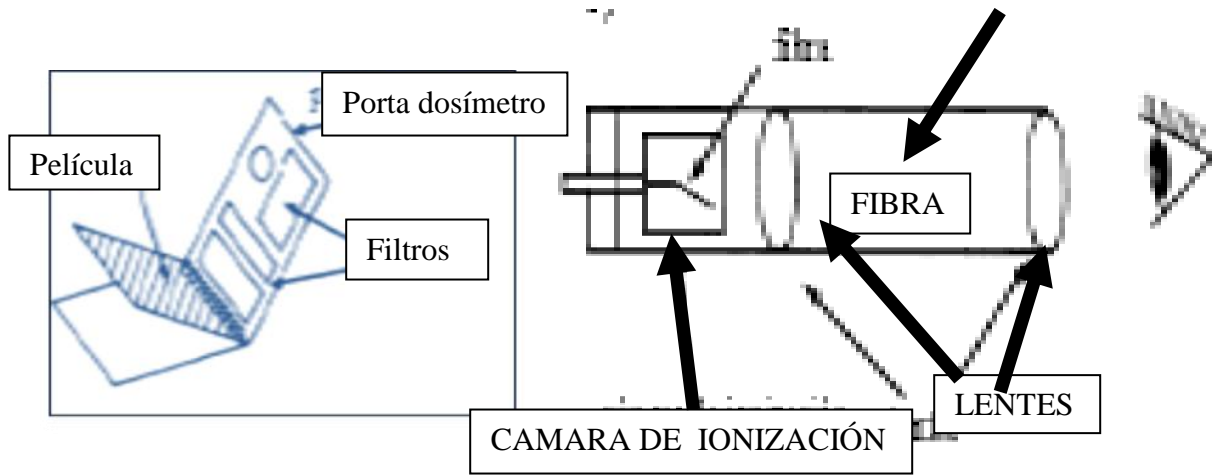


De anillo

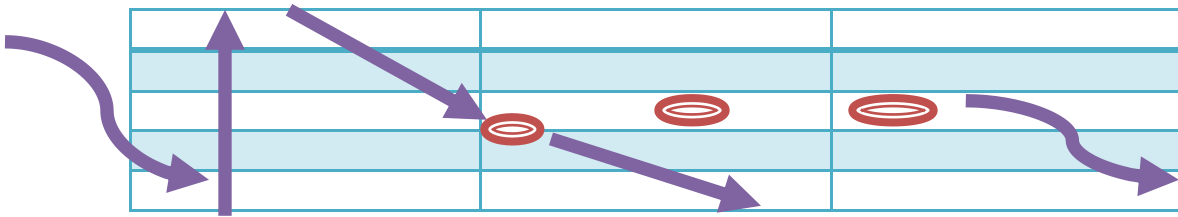


[www.efectos biológicos de la radiación.](http://www.efectosbiologicosde.la.radiacion.com)

- De cámara de ionización
- Pluma estilográfica
- De película fotográfica
- De termoluminiscencia (TLD)



Electrones depositados en los cristales la placa de termoluminiscencia.



[www.efectos biológicos de la radiación.](http://www.efectosbiologicosdelaradiacion.com)

Capítulo 6

Determinar si las radiografías intraorales y extra orales implican o no un riesgo importante dentro de la exposición a radiaciones ionizantes.

6.1.- Procedimientos que se realizaron para evaluar cuanta radiación recibe el paciente y el operador en las diferentes métodos de diagnostico radiográfico en odontología.

Se realizo en un promedio de 35 pacientes.

1. En la facultad de física se hornearon a cierta temperatura las placas dosimétricas para que liberarán toda la radiación absorbida, para liberar los electrones atrapados, a 400°C por 1 hora.

-Cada tipo diferente de dosímetro termoluminiscente (TLD), requiere un tratamiento térmico especial.

-Se dejan reposar 24 horas antes de recibir cualquier tipo de radiación.



Portadosímetro para hornear.

2. Se prepararon bolsas pequeñas de color negro para meter las plaquitas dosimétricas y protegerlas de la radiación solar.



3. Se colocaron los dosímetros dentro de las bolsas en un cuarto con luz muy tenue para que no absorbieran radiación ya que son muy susceptibles a cualquier tipo de radiación.



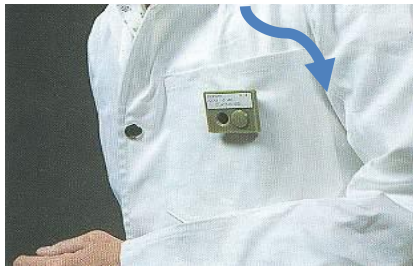
con la punta de



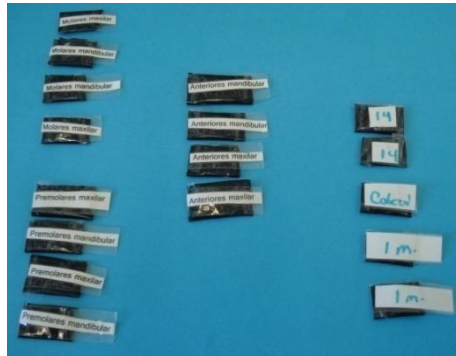
*Dosímetros comparándolos un lápiz.



4. Se realizaron todos los procedimientos de diagnóstico que se manejan en odontología en cuanto a radiación ionizante como son; radiografías dentoalveolares, series radiográficas, panorámicas, laterales de cráneo y carpal para hacer un comparativo de cuanta radiación recibe el paciente y el personal operativo entre un método de diagnóstico y otro.



5. Una vez que recibieron la radiación ionizante los dosímetros se rotularon con las diferentes tomas radiográficas realizadas tanto del operador como del paciente, después de ser radiados se realiza el proceso de lectura después de 24 horas.

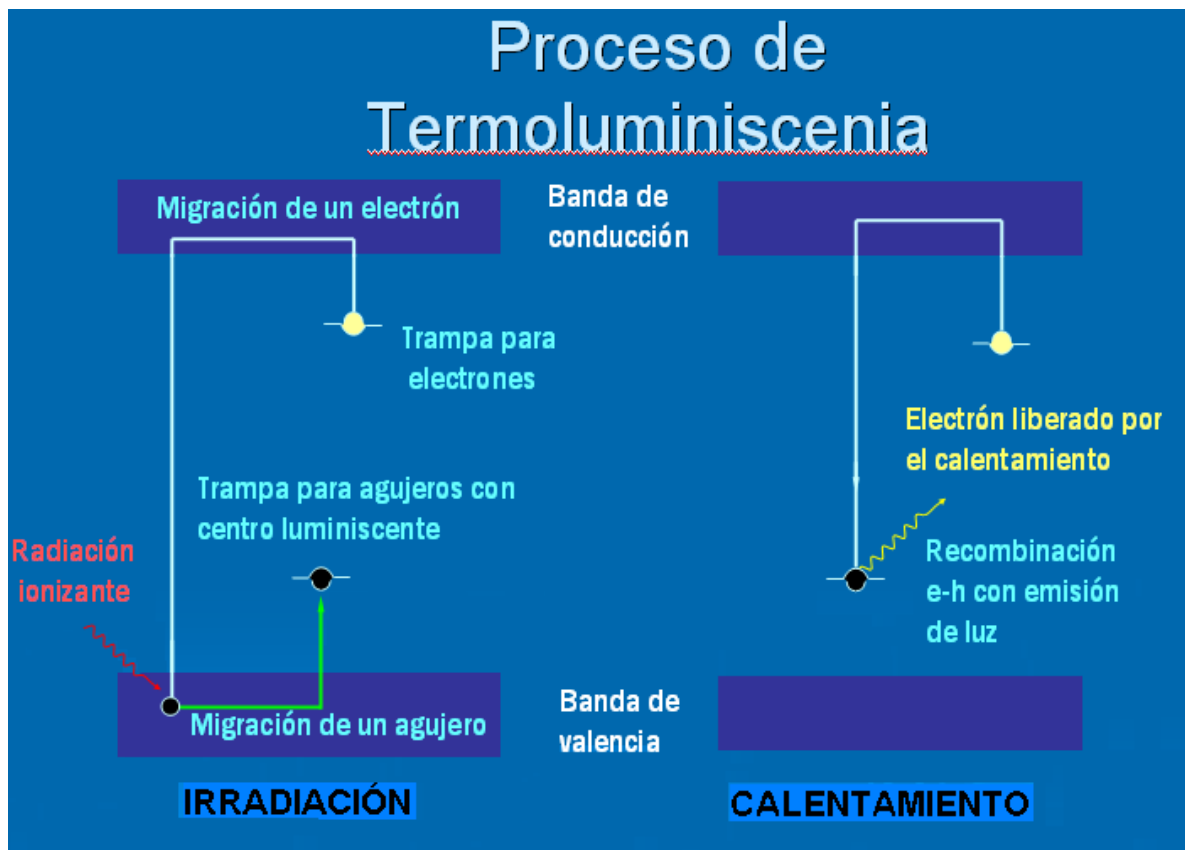


Dosimetría Termoluminiscente (TL).

-Se basa en las propiedades que tienen algunos materiales de producir termoluminiscencia (emiten luz cuando se someten a una fuente calorífica) y su respuesta es dependiente de la dosis de radiación a la que son expuestos.

-Los dosímetros están elaborados con base en compuestos químicos como el fluoruro de litio, calcio, borato de litio, sulfato de calcio o de bario y óxido de aluminio o de circonio.

-En función de las aplicaciones se producen en forma de cuadros, discos, cilindros o polvo.



6. Se llevaron a la facultad de ciencias para su lectura

- Se preparan

Horneado, para liberar los electrones atrapados, a 400°C por 1 hora
 Cada tipo diferente de dosímetro termoluminiscente (TLD), requiere un tratamiento térmico especial.
 Se dejan reposar 24 horas antes de leer su respuesta.



-Lectura Termoluminiscente (TL).

Dosímetros TLD-200 y TLD-100 comerciales marca Harshow previamente irradiados

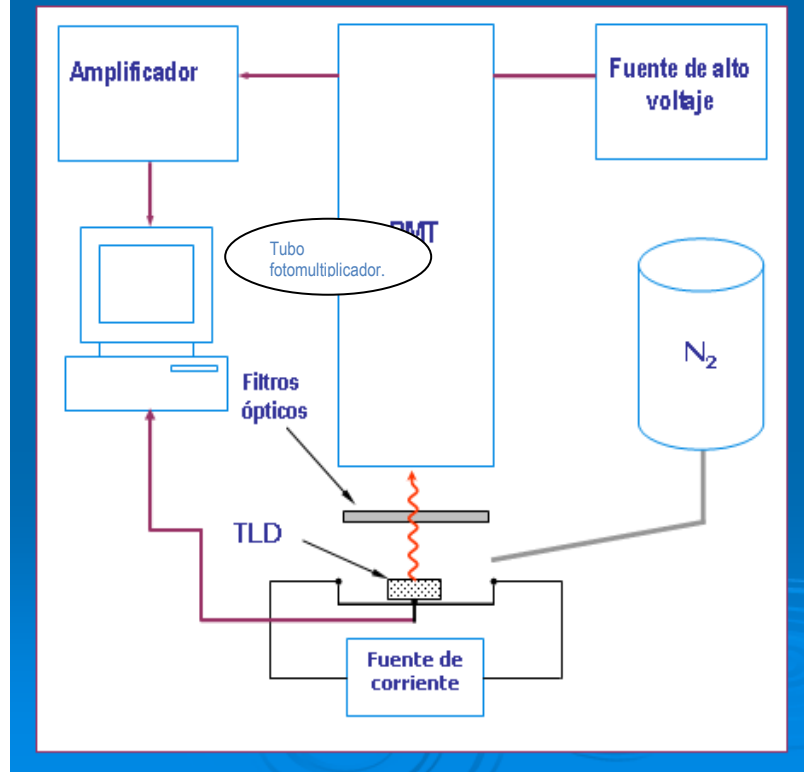
En un cuarto oscuro, se leen en un Lector termoluminiscente, con atmósfera de nitrógeno de alta pureza.



Equipo Lector Termoluminiscente Harshaw TLD M3500
De 20°C a 300 °C

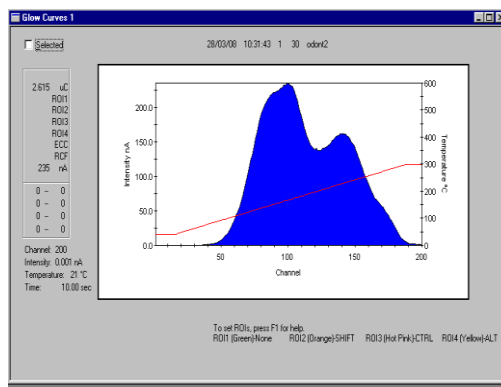


Diagrama del equipo lector



-Curva de brillo

- Como resultado de la lectura se obtiene una curva de brillo (gráfica de la señal TL en función de la temperatura).
- La respuesta termoluminiscente integrada tendrá unidades de nano coulomb.
- Esta respuesta depende de la cantidad de material termoluminiscente, por lo que se requiere conocer la masa del dosímetro.
- En ocasiones puede requerirse la deconvolución de la curva de brillo.



Recordemos el Síndrome Agudo de radiación

Dosis en Gy	Manifestación
1-2	Síntomas prodrómicos
2-4	Síntomas hematopoyéticos leves
4-7	Síntomas hematopoyéticos graves
7-15	Síntomas gastrointestinales
50 †	Síntomas cardiovasculares y del sistema nervioso central

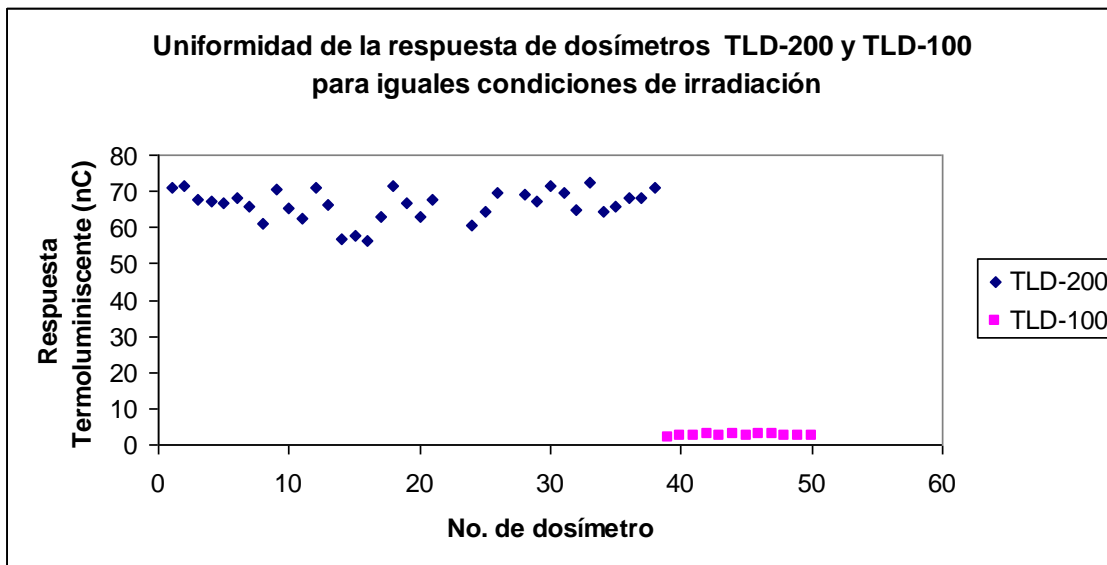
Stuart C. White. Michael J. Pharoah. Radiología Oral principios e interpretación. 4ª Edición.
Editorial Elsevier Science. Páginas 34-37.

Procedimiento utilizado para evaluar la dosis en los estudios radiológicos odontológicos.

Para el estudio final se utilizaron 38 dosímetros TLD-200 nuevos del mismo lote y 12 de TLD-100.

Se evaluó la uniformidad en la respuesta del lote, que presento una dispersión a condiciones iguales de irradiación (igual geometría y tiempo de irradiación con ^{137}Cs), obteniéndose un promedio y desviación estándar:

Para TLD-200 de 66 ± 4 nC y para TLD-100 de 2.5 ± 0.2 nC

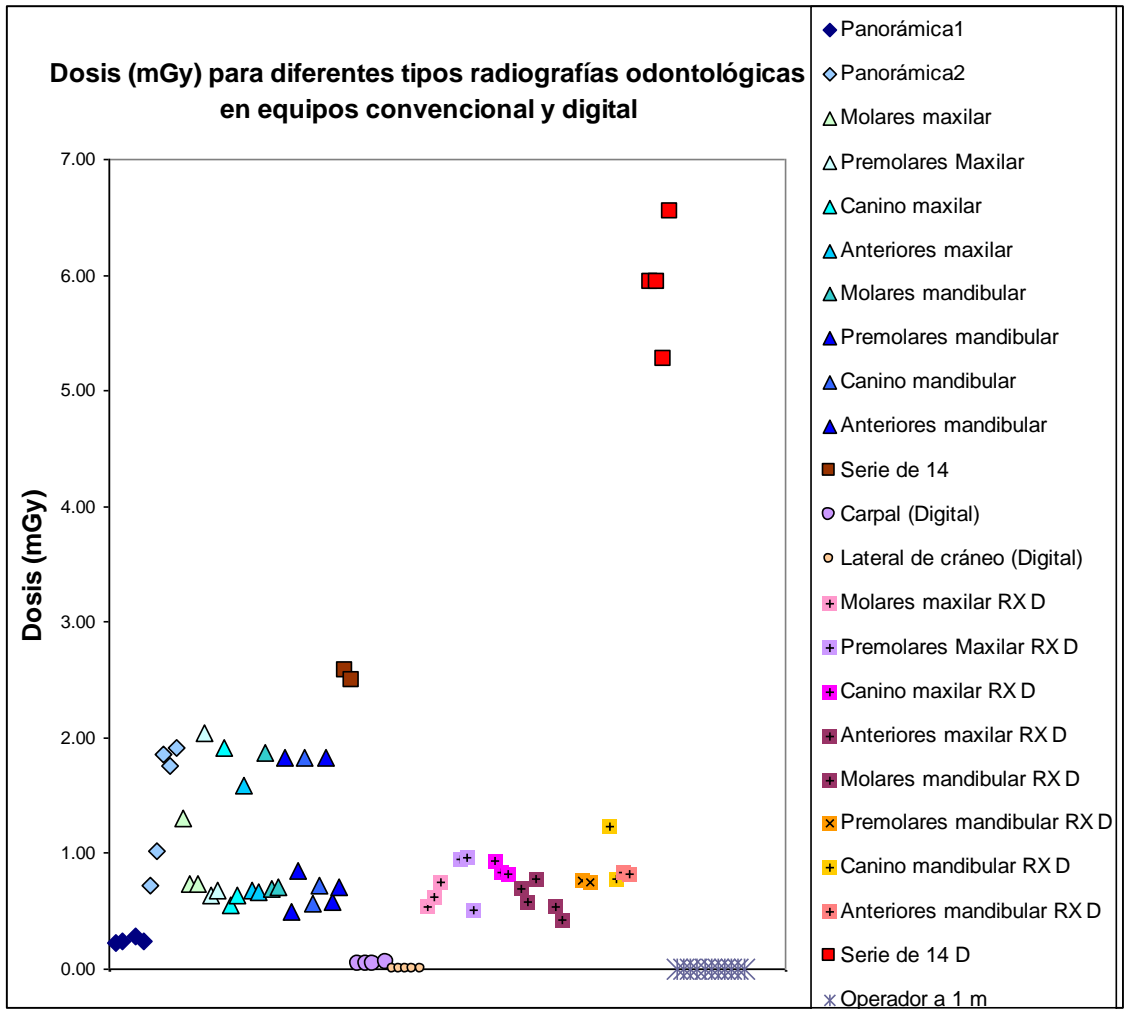


Gráfica 1. Respuesta termoluminiscente de los dosímetros utilizados.

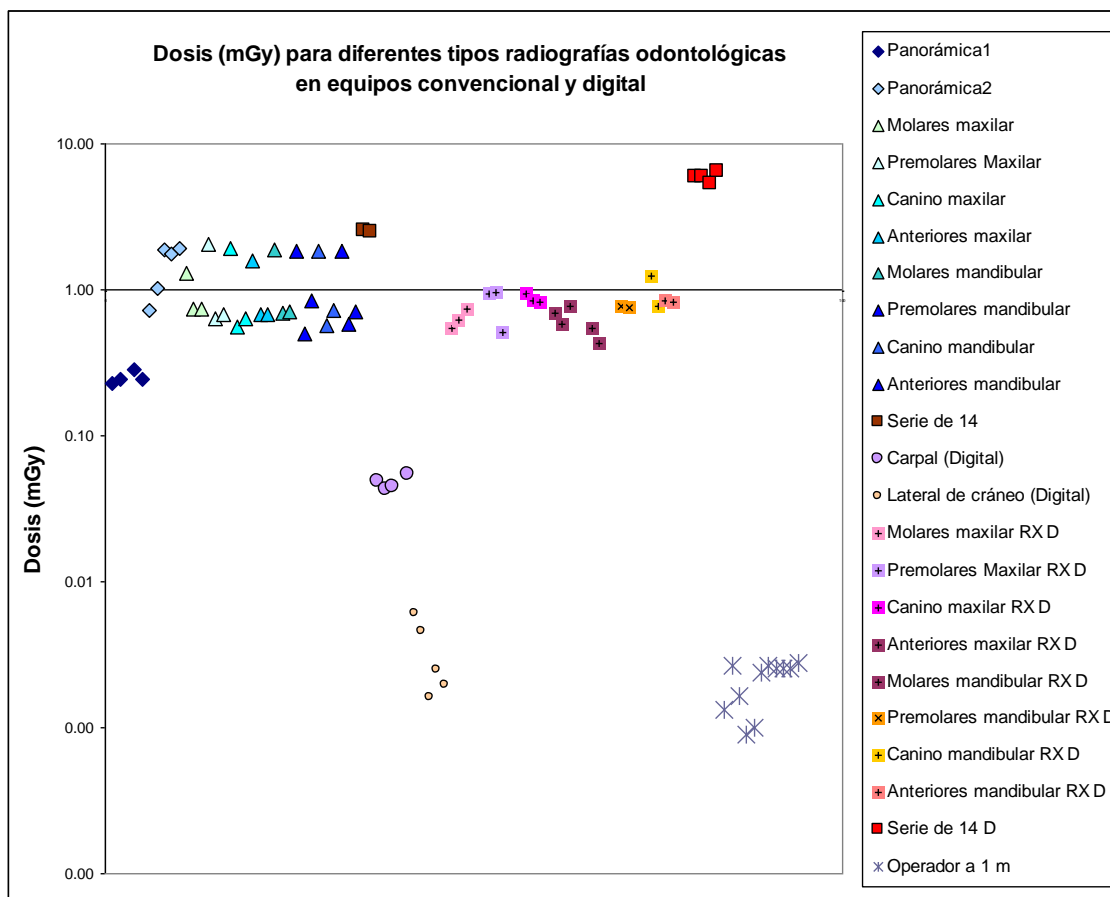
Los dosímetros recibieron un tratamiento térmico para borrar la información radiológica anterior a la irradiación de 400°C por una hora. Se dejó estabilizar por 24 horas antes de la irradiación. Se irradiaron y se leyeron después de 24 horas, a una tasa de calentamiento de 10°C/s desde 20° C hasta 300°C. El equipo lector utilizado es un Lector Harshaw 3500. Cada lectura fue corregida considerando su masa y su factor de respuesta respecto al promedio del lote.

Se realizó una calibración de la respuesta de los dosímetros con una fuente de ¹³⁷Cs de 1µCi en Agosto de 2003, la cuál se requiere repetir a la energía de los fotones utilizados, con un equipo de RX calibrado similar a los utilizados para la toma de las radiografías de este estudio.

Con la respuesta termoluminiscente corregida y la relación de calibración Dosis-RTL se calcularon los valores de las dosis informadas en la tabla 1.



Gráfica 2. Dosis para diferentes tipos de radiografías de diagnóstico odontológico, en escala lineal.



Gráfica 3. Dosis para diferentes tipos de radiografías de diagnóstico odontológico, en escala logarítmica, para visualizar más claramente el orden de magnitud diferente de las diferentes radiografías estudiadas.

Algunos otros valores reportados son

Estudio	Valor informado	Fuente
Panorámica	0.65 mGy	Cohnen M, Kemper J, Möbes O, Pawelzik J, Mödder U. Radiation dose in dental radiology. Eur Radiol. 2002 Mar;12(3):634-7
CT dental	4.2 mGy	
Tomografía digital	23 mGy	
Mandíbula	0.712 mGy	Megar J, Gómez P, Sáez C, Collado P, Montes C, de Sena E. Estimación de dosis a paciente en estudios de ortopantomografía. Revista de Física Médica 2004; 5(1):25-31
Cráneo	0.008 mGy	

Resultados obtenidos tomando en cuenta los siguientes parámetros

www.efectos biológicos de la radiación.

Método diagnóstico	Kilovoltaje	Miliamperaje	Tiempo de exposición (segundos).	Resultado obtenido en mGy
Aparato de radiación ionizante convencional.				
Molares maxilar	70 Kv	8 mA	.4	.7
Premolares maxilar	70 Kv	8 Ma	.32	.6
Canino maxilar	70 Kv	8 mA	.32	.6
Anteriores maxilar	70 Kv	8 mA	.25	.5
Molares mandibular	70 Kv	8 mA	.4	.7
Premolares mandibular	70 Kv	8 mA	.32	.7
Canino mandibular	70 Kv	8 mA	.25	.6
Anteriores mandibular	70 Kv	8 mA	.25	.6
Serie radiográfica de 14.	70 Kv	8 mA		2.5
Operador a 1m de distancia.	70 Kv	8 mA	Exposición Con 2 ptes.	.002
Oclusal	70 Kv	8 mA	.5	.9
Operador a 1m de distancia.	70 Kv	8 mA	Exposición Con 5 ptes.	.002
Panorámica	90 Kv	8 mA	11	1.4
Operador a 1m de distancia.	90 Kv	8 mA	Exposición Con 5 ptes.	.002
Aparato de radiación ionizante digital.				
Molares maxilar	70 Kv	7 mA	.11	.5
Premolares maxilar	70 Kv	7 mA	.9	.7
Canino maxilar	70 Kv	7 mA	.9	.7
Anteriores maxilar	70 Kv	7 mA	.7	.6
Molares mandibular	70 Kv	7 mA	.9	.7
Premolares mandibular	70 Kv	7 mA	.7	.7
Canino mandibular	70 Kv	7 mA	.7	.6
Anteriores mandibular	70 Kv	7 mA	.7	.6
Serie radiográfica de 14.	70 Kv	7 mA	1.9	2.8
Operador a 1m de distancia.	70 Kv	7 mA	Exposición Con 2 ptes.	1.6
Panorámica	64 Kv	8 mA	14.1	1.2
Operador a 1m de distancia.	70 Kv	7 mA	Exposición Con 5 ptes.	1.6
Lateral de cráneo	84 Kv	13 mA	9.4	.008
Operador a 1m de distancia.			Exposición Con 5 ptes.	.002
Carpal	64 Kv	16 mA	9.1	.03
Operador a 1m de distancia.	64 Kv	16 mA	Exposición Con 5 ptes.	.002

Conclusiones.

- Para mí fue de gran interés el entender cómo se produce la radiación ionizante así como conocer y entender cada uno de los conceptos y partes que intervienen para la producción de esta.
- Conocer los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y saber que cuando se rebasa el límite de la dosis pueden implicar un riesgo importante, una exposición bajo 0.05 Gy no representa un riesgo cuantificable.
- Es importante conocer que materiales y medidas de protección existen para proteger al paciente y a nosotros mismos de los efectos nocivos de la radiación ionizante
- Al cumplir día a día estas medidas de protección nosotros mismos, comprometemos a las Instituciones a una capacitación y actualización constantes.
- Es importante saber que existen aparatos para la medición de la radiación ionizante y que están a nuestro alcance.
- El conocer que la radiación en odontología es una exposición mínima siempre y cuando utilicemos las medidas de protección adecuadas.
- Dosis que recibe el Radiólogo en odontología equivale a 0.002 mGy.
- En mujeres embarazadas expuestas a radiación en algún estudio diagnóstico en odontología implica un riesgo mínimo siempre que no se abuse de hacer tomas radiográficas innecesarias y se proteja a la paciente con las barreras de protección. Una exposición bajo 0.05 Gy no representa un riesgo cuantificable.
- Siempre pensar que nuestro trabajo implica riesgo para los demás y para nosotros mismos, y que si nos protegemos nosotros del mismo modo estarán protegidos nuestros pacientes.

Bibliografía.

- 1.- Aguinaldo de Freitas. José Edu Rosa. Icleo Faria e Souza. Radiología odontológica. Editorial latinoamericana. 2002. Capítulos 2 y 7.
- 2.- Artur H. Wuehrmann. Linconln R. Manson-Hing. Radiología dental. Editorial Salvat. Tercera edición. Capítulos 1 y 4.
- 3.- Friedrich Anton Pasler. Radiología odontologica. 2ª Edición. Ediciones científicas y técnicas capítulo 6.
- 4.- Gil Gayarre. Maria teresa Delgado Macias. Manuel Martinez Morillo. Claudio Oton Sanchez. Manual de radiología clínica. 2ª edición. Editorial Harcourt paginas 16-47.
- 5.- Guillermo Santin. Vademecum Radiologico. Editorial McGraw-Hill Interamerica. Capítulos 1- 6.
- 6.- NOM-229-SSA1-2002. Salud ambiental
- 7.- NOM-012-STPS-1999 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde Se produzcan, usen, manejen, almacenen o transporten fuentes de Radiaciones ionizantes.
- 8.- NOM-031-NUCL-1999, Requerimientos para la calificación y entrenamiento del
- 9.- NOM-026-STPS-1998. Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- 10.- NTP 614: Radiaciones ionizantes: normas de protección

- 11.- Joen Iannucci Haring. Laura Jansen. Radiología dental. 2ª edición. Editorial McGraw-Hill Interamerica. Capítulos 13 y 14.
- 12.- Recaredo A. Gómez Mattaldi. Radiología odontológica. Editorial Mundi. 2ª. Edición. 1975 capítulos 1 y 2.
- 13.- Revista Panam salud publica/Pam Am J Public Healt 2006. Consecuencias de exponer a pacientes a radiación ionizante durante el embarazo. Páginas 197-204.
- 14.- Ricardo Urzua. Radiología Odontologica. Capítulo 1.

- 15.- Stuart C. White. Michael J. Pharoah. Radiología Oral principios e interpretación. 4ª Edición. Editorial Elsevier Science. capitulos 2 y 3.
- 16.- Taveras. Manual de radiología médica. Capítulo 1
- 17.- Wallace T. Miller. Introducción a la radiología clínica. Editorial manual moderno paginas 1-9.
- 18.- [www_monografias_com-trabajos41-hidroconformado-hid5_gif.htm](http://www.monografias.com/trabajos41-hidroconformado-hid5_gif.htm)
- 19.- www.RADIOBIOLOGIA.com
- 50
- 20.- F:\Magnitudes y unidades radiológicas.htm
- 21.- [www. Medidor de radioactividad GAMMA – SCOUT](http://www.Medidor de radioactividad GAMMA – SCOUT)
- 22.- <http://dmfr.birjournals.org>. Dentomaxillofacial radiology (2007). Páginas 282-284
- 23.- www.ortodoncia.ws. "radiología digital ventajas y desventajas, implicaciones éticas agosto de 2005.
- 24.- [www F:\produc35.gif](http://www.F:\produc35.gif).
- 25.- www.efectos biológicos de la radiación.
26. Cohnen M, Kemper J, Möbes O, Pawelzik J, Mödder U. Radiation dose in dental radiology. Eur Radiol. 2002 Mar;12(3):634-7
- 27.- Megar J, Gómez P, Sáez C, Collado P, Montes C, de Sena E. Estimación de dosis a paciente en estudios de ortopantomografía. Revista de Física Médica 2004; 5(1):25-31