



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

CONSECUENCIAS DE LA EXPOSICIÓN A RAYOS X SIN  
MEDIOS DE PROTECCIÓN EN LA CONSULTA  
ODONTOPEDIÁTRICA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANO DENTISTA**

P R E S E N T A:

PEDRO AARÓN JIMÉNEZ VILCHIS

TUTORA: Mtra. VIOLETA ZURITA MURILLO



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.

A mi Padre que me formó y que le hubiese llenado de orgullo tener este trabajo entre sus manos y saber que esta pronta la coronación de sus esfuerzos y sus sacrificios; Papá, se que desde el cielo estarás feliz, gracias por tu amor y tus cuidados, por tus regaños y por tus consejos.

A mi madre que tanto hizo por mí y que tanto ha estado a mi lado, compartiendo un esfuerzo mutuo por lograr ser un buen profesionista, gracias por tu sacrificio incondicional, por tu presencia constante y por tu amor; Mamá que hubiese hecho sin ti en los momentos de flaqueza...

A mi hermana Annabell, con la que he compartido toda mi vida y que sabe cada peldaño de mi historia personal; gracias por tu apoyo, por tu paciencia y la tolerancia de mi forma de ser.

A mi hermano Rafael, que a pesar de que a veces pensamos distinto, es para mí un amigo sincero y en cual confío, gracias por tus consejos y por tu apoyo, gracias por estar en mi vida.

A mi hermana Mayté, que siempre ha sido muy preocupada por las cosas de la

familia y de la casa, gracias por tu paciencia y tu apoyo en mis tareas.

A mi hermana más pequeña, Ilya, que también me ha apoyado de muchas formas y maneras, que me escucha y que estará en mi corazón por siempre.

Un especial agradecimiento a mi tutora del presente trabajo, Mtra. Violeta Zurita Murillo, por su amable atención al dirigir esta tesina y sobre todo su paciencia en cada paso de supervisión del desarrollo de la investigación.

Es deseo agradecer su amabilidad al Dr. Marino C. Aquino Ignacio, por la información otorgada para la culminación del presente trabajo.

Me es grato y motivo de orgullo haber tenido la oportunidad otorgada por el Dr. Angel Kameta Takizawa y la Dra. Maria Hirose López, de pertenecer al seminario de titulación en Odontopediatría, que es una de las especialidades más importantes y en cuya cátedra pude aprender de manera mas profunda el conocimiento del manejo clínico del paciente pediátrico.

Agradezco también a la Dra. Ángeles Mondragón Del Valle, por su enseñanza y consejo desde el servicio social hasta el seminario.

Y sobre todo a mi alma mater, mi querida UNAM, una de las mejores universidades del mundo, a la cual le agradezco la oportunidad de forjarme como profesionista en esta facultad de Odontología; jamás me olvidare de ella y siempre la pondré muy en alto a través de mi ejercicio profesional.

# INDICE MONOGRÁFICO

## INTRODUCCIÓN

### 1. ANTECEDENTES

### 2. CONSECUENCIAS BIOLÓGICAS

### 3. MEDIOS DE PROTECCIÓN

### 4. TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

## GLOSARIO



## INTRODUCCIÓN.

El propósito del presente trabajo es establecer si existen consecuencias sistémicas producidas por efecto de los rayos X sobre pacientes infantiles y sobre el odontopediatra.

Establecer si existen factores de riesgo ante una falta de pericia en la operación de los aparatos actuales para el uso de dicha radiación en el diagnóstico odontológico.

Determinar si los tiempos de exposición, los medios físicos de protección que la tecnología actual ofrece usados en el consultorio, son verdaderamente eficaces para el control de la radiación X y aclarar que tanto pueden ser nocivos y cuales son las consecuencias sistémicas tanto en el paciente infantil como en el odontopediatra.

Hace más de 20 años, desde 1983 que no se ha abordado el tema de la seguridad del paciente y el cirujano dentista con el uso de rayos X y sus alteraciones. En 1992 se abordó el tema de los efectos sólo en el dentista, por eso es necesario volver a determinarlo, porque el avance de las nuevas tecnologías puestas al servicio del odontólogo posiblemente pudiera echar abajo muchos mitos sobre las consecuencias que por su uso en el consultorio dental pueden producir en el paciente y en el cirujano dentista

Para esto será preciso determinar a través de la bibliografía actual y los estudios recientes si es que existe un riesgo real y como poder resolverlo. Primero se estudiará la tecnología de los aparatos de rayos X actuales, sus componentes como el colimador y el cono, la radiación secundaria que interactúa con el tejido del paciente pediátrico, tomando en cuenta sitios



---

anatómicos clave como las gónadas y efectos intrabucuales, se analizará la radiación dispersa a la que se expone el odontopediatra y el auxiliar, se considerarán a los pacientes infantiles con cáncer, a la mujer que esta en fase de embarazo, los dispositivos de protección corporal como el chaleco de plomo y la ubicación del aparato de rayos X en el consultorio dental, así como también sus normas para el uso de dicha radiación X o mejor dicho radiación Roentgen.



## 1. ANTECEDENTES.

El descubrimiento de los rayos X marcó en forma determinante la vida científica mundial a través del siglo XX y fué la punta de lanza en la posibilidad diagnóstica y terapéutica médica hasta nuestros días.

W. C. Roentgen descubre el 1894 esta radiación, y señala que se forma siempre que, en un tubo con alto vacío, electrones impulsados con la suficiente velocidad choquen contra una superficie de frenado adecuada. “En estas circunstancias se produce un 99% de calor y sólo un 1% de rayos X”<sup>1</sup>. Al interponer su mano entre el tubo de rayos catódicos y una película de platino-cianuro de bario observó la sombra de la imagen en la que se representaban sus huesos, y luego probó con la mano de su esposa, obteniendo una sombra más nítida utilizando para ello una tensión de 30.000 v. con un tiempo de exposición de 30 minutos. Tiempo después de este descubrimiento, Edmundo Kells, realizó la primera radiografía intrabucal tras construir su propio aparato.

Todas las radiaciones son ionizantes y representan un peligro porque pueden producir injurias en el tejido vivo. La era nuclear hizo que se realizaran informes sobre el daño biológico y efectos posteriores a la exposición de ciertas radiaciones como la que nos interesa. Recordemos las atrocidades experimentales en seres humanos del régimen nazi en la segunda guerra mundial o a los sobrevivientes de la bomba nuclear, o a los trabajadores expuestos a materiales radioactivos en las plantas nucleares o a los pacientes con cáncer sometidos a radioterapias.

---

<sup>1</sup> Friedrich Pasler, Anton. Radiología odontológica.,. 2da. Ed. Masson-Salvat 1991.cap 1. pag 2

El daño producido por una radiación X en pacientes, operadores y auxiliares expuestos podría ser latente, aunque sea pequeña la cantidad de dicha radiación para el estudio dental.

Es importante comprender la naturaleza y las interacciones de los átomos así como su estructura y el conocimiento de la radiación ionizante sobre la materia, materia que al ser alterada produce energía. El átomo está constituido por un núcleo central con protones (+) y neutrones (-), además de electrones que orbitan dicho núcleo; por estos electrones ordenados en las órbitas y la composición del núcleo es como se determina la identidad de cualquier átomo en la tabla periódica de los elementos. Los electrones poseen carga negativa y están distribuidos en niveles determinados con letras de la K a la Q, el nivel K es de mayor energía y se encuentra mas cerca del núcleo y cada electrón se mantiene en su posición en el átomo por fuerzas electrostáticas, que dan la energía de unión y se atraen mutuamente en el átomo.

“Las energías de los electrones en órbita se miden en electrovoltios (eV) o kiloelectrovoltios (KeV), 1 KeV es equivale a 1000 electrovoltios. La energía para sacar un electrón de su órbita debe exceder la energía de unión del electrón en ese nivel”<sup>2</sup>, si el electrón que se encuentra mas cercano al núcleo se necesitase desplazar, se requeriría de una mayor energía que para desplazar uno que este en un nivel mas lejano para lograrlo.

---

<sup>2</sup> Haring-Lind. Radiología dental principios y técnicas. Ed. Mc Graw-Hill. 1997. cap. 2 pag. 14.



El átomo de tungsteno ( $W^3$ , diana utilizada para la producción de rayos X), por ejemplo, contiene energías de unión de 70 keV en el nivel k, el más interno de su átomo y 3 keV electrones en el nivel externo M, “para sacar un electrón de la órbita k del átomo de tungsteno se requieren 70 keV (70 000 eV) de energía, mientras que sólo son necesarios 3 keV (3000 eV) de energía para sacar un electrón del nivel M”.<sup>4</sup>

La radiación a diferencia de la radiactividad, es la emisión y propagación de energía electromagnética a través del espacio o de alguna sustancia en forma de ondas o partículas, la radiactividad es la desintegración del núcleo de la materia en forma espontánea de partículas por inestabilidad del átomo que busca estabilizarse. En odontología se usa radiación X, no radiactividad.

La radiación electromagnética se propaga con cambios eléctricos y magnéticos oscilatorios, esta radiación en forma natural se presenta en los rayos ultravioleta, gamma, cósmicos, en la luz visible, infrarroja. Y la provocada, como las ondas de radar, microondas y la radio en un espectro electromagnético.

Los rayos X son invisibles, no tienen masa ni peso, no tienen carga, viajan a velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  m/seg; 186 000 millas/segundo)<sup>5</sup> viajan en ondas cortas de muy alta frecuencia de ahí su poder de penetración en la materia (líquidos, sólidos y gases), viajan en rutas rectas pero se pueden dispersar; su capacidad de enfoque es pobre porque divergen. Según la composición de la materia se pueden absorber. Causan ionización, tienen capacidad de que algunas sustancias produzcan fluorescencia, generan

---

<sup>3</sup> En la tabla periódica de los elementos el átomo de tungsteno su símbolo es W, elemento numero 74.

<sup>4</sup> Haring-Lind. Pag, 14 Op. Cit.

<sup>5</sup> Ibidem pag. 17.

imágenes en películas fotográficas y pueden causar cambios biológicos en las células vivas.

Las consecuencias de la interacción de la ionización de los rayos X pueden ser, que sean absorbidos o atenuados, dispersados o en todo caso transmitirse a través de la materia. Los tejidos dentales que presentan mayor grado de absorción en orden decreciente son en primer lugar el esmalte, segundo dentina y cemento, tercero hueso compacto, hueso esponjoso, tejido blando (excepto grasa) y líquidos corporales y grasa.<sup>6</sup>

“La longitud de onda de los rayos X es sumamente corta, midiéndose por unidades Angström (Å, una diezmillonésima de milímetro,  $10^{-10}$  m) sus límites oscilan entre 5 a 0.01 Å, cuanto más corta sea la longitud de onda, mayor será su energía y poder de penetración”<sup>7</sup>.

La generación de la radiación X se lleva a cabo dentro del tubo de rayos catódicos, donde a través de un filamento de alambre (electrodo negativo) de tungsteno en un soporte de molibdeno, se desprenden y se aceleran electrones que chocaran con una lámina de tungsteno en el ánodo (electrodo positivo) en un soporte de cobre, donde se liberan fotones de rayos X. Para entender todo esto es necesario entender que es la electricidad, su corriente, sus circuitos y transformadores. “El amperaje es la medida del número de electrones que se mueven a través de un conductor y se mide en amperes o miliamperes (mA). El voltaje por otra parte es la medida de la fuerza eléctrica que hace que los electrones se muevan de un polo negativo a uno positivo y se mide en voltios o kilovoltios (kV)”<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> Payton, H. G. Radiología bucal. Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. 1992. cap 2 pag 15

<sup>7</sup> Donado Rodríguez Manuel. Cirugía Bucal. Patología y técnica. Ed. Masson 2° edición 2002.

<sup>8</sup> Haring-Lind. cap. 2 pag. 22. Op. Cit.

Estas dos medidas se utilizan para poder controlar el ajuste del tiempo de exposición y la fuerza de penetración de los rayos.

Para producir radiación X se utilizan dos circuitos de voltaje alto y bajo, el voltaje bajo (filamento) es controlado con los botones de miliamperaje mientras que el circuito de voltaje alto es controlado con los botones de kilovoltaje. Los transformadores regulan y al ajustar estos circuitos eléctricos en los aparatos de rayos X dentales.

Toda la energía dispersa en forma de calor generada en el tubo de rayos catódicos es absorbida en el tallo de cobre y el aceite aislante en el cabezal. Podemos decir que la primera barrera de protección biológica la ofrece la misma tecnología del aparato, conteniendo la radiación que se genera en todas direcciones dentro del tubo de vidrio plomado y solo dejando salir una porción a través de una ventana sin plomo del mismo tubo que es la energía útil.

La segunda barrera de protección se limita al sello del cabezal y los discos de aluminio que filtran el haz de luz de longitud de onda larga, para continuar con la tercera barrera que es el colimador de plomo que restringe aún más el haz de la radiación que a su vez viaja por el cono también recubierto de plomo para así salir del cabezal.

Antes de saber como los rayos X interactúan con el paciente y el operador, es necesario saber que existen tres tipos de radiación: la primaria, la secundaria y la dispersada.

La primaria es la generada por el choque de electrones en el ánodo (átomo de tungsteno) y que sale del cabezal, radiación útil.

La secundaria es menos penetrante que la primaria y la que interactúa con la materia como células óseas, tejido blando, glandular, dental y otros.

La radiación dispersada es el resultado del desvío de un haz de rayos que interactuó con la materia y es desviada en todas direcciones en los tejidos del paciente mismo y del operador, es por tanto la más dañina para ambos.

Esto se traduce en que los fotones de rayos X pueden interactuar con los tejidos del paciente sin alterarlos y pasar directamente a la película radiográfica (esto hace posible que se establezcan las densidades en la película y hacen posible a la radiografía como medio diagnóstico) o pueden ser absorbidos completamente por el paciente (efecto fotoeléctrico)<sup>9</sup> o también pueden ser dispersos en la película o jamás alcanzarla.

La longitud de onda más larga de los rayos X es menos penetrante y tiene probabilidad de que la absorba con mayor facilidad la materia.

El voltaje<sup>10</sup> que determina en la que los electrones viajan al ánodo, se mide en kilovoltios, el equipo dental de rayos X requiere de altos voltajes, un kilovoltio equivale a 1000 voltios, una radiografía dental requiere de 60 a 1000 kv (kilovoltios), su uso de más produce una sobre penetración. El kilovoltaje por tanto controla la calidad de los rayos producidos. Cuando el área a examinar es más densa, se requiere de un kilovoltaje alto, que tiene mayor poder de penetración. El kilovoltaje máximo (kvp) es el mayor permitido. (70 kvp su voltaje máximo sería 70 000 voltios en el tubo).

---

<sup>9</sup> El efecto fotoeléctrico refiere al choque de un fotón de rayos X con un electrón del átomo bien adherido de la materia para así desplazarlo (fotoelectrón) con tal fuerza cinética que lo absorbe y deja de existir.

<sup>10</sup> El voltaje es una medida de fuerza que se refiere a la diferencia probable entre dos cargas eléctricas.



Los matices de oscuridad o negrura completa de una película radiográfica son determinados por la densidad, el cambio o ajuste del kilovoltaje máximo produce estos cambios, y si disminuye la película se observará más clara. El kilovoltaje también determina el contraste en la película, se observan áreas oscuras y claras, el contraste bajo tiene más grises y es recomendable para el diagnóstico.

Los impulsos son la forma de medir el tiempo de exposición, durante un intervalo de tiempo, un segundo se mide con 60 impulsos. Si por ejemplo se expone una película con 110 kvp a 1.0 seg. Y se disminuye el kilovoltaje máximo de 110 a 90, el tiempo de exposición aumenta de 1.0 seg. A 1.5 seg. Para mantener la densidad y el contraste en la película dental.

“Regla del kilovoltaje máximo: cuando el kilovoltaje máximo aumenta por 15, el tiempo de exposición disminuye a la mitad. Por el contrario, cuando el kilovoltaje máximo disminuye por 15, el tiempo de exposición se duplica”<sup>11</sup>.

El miliamperaje, determina el tiempo de exposición y la cantidad de rayos X producidos. En odontología se mide en miliamperes (mA), y como se ha dicho un ampere es una unidad de medida del número de electrones que fluyen en el filamento del cátodo. Son de 7 a 15 mA los que necesitan en radiología dental, el miliamperaje-segundos es la combinación de miliamperes y el tiempo de exposición.

La intensidad es la descripción conjunta de la cantidad y la calidad del haz de rayos X.

---

<sup>11</sup> Haring-Lind. cap. 3 pag. 39. Op. Cit.

$$\text{Intensidad} = \frac{(\text{número de fotones}) \times (\text{energía de cada fotón})}{(\text{área}) \times (\text{índice de exposición})}$$

La distancia entre la fuente y la película tiene efecto en la intensidad del rayo. Se debe considerar la distancia de la fuente a la piel del paciente, blanco-superficie; de la fuente al diente, blanco-objeto; de la fuente a la película, blanco-película. La intensidad del haz disminuye al aumentar la distancia.

La unidad tradicional roentgen (R) traducido en unidades SI (sistema internacional) se describe como culombios por kilogramo (C/kg) y  $1 \text{ C/kg} = 3880 \text{ R}$ . la dosis de radiación absorbida (rad) se traducen en SI como gray (Gy)  $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ . El equivalente de roentgen en el ser humano (rem) se traduce en unidades del SI como sievert (Sv)  $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$ .

El gray y el sievert son iguales; el rad y el rem se consideran casi iguales en radiología dental en múltiplos más pequeños por la utilización de cantidades pequeñas de radiación. “El prefijo *mili* significa  $1/1000$ ”<sup>12</sup>.

El ser humano está expuesto a radiación ambiental cotidianamente, como la provenirte de los rayos del sol o cósmica, la terrestres y de depósito interno como las formaciones rocosas y partículas radiactivas como el potasio 40 y el uranio, estas son inhaladas o ingestadas en dosis anuales de 100 rem, según Payton los rem generados por los estudios médicos y odontológicos suman solo 73 al año.

---

<sup>12</sup> Ibidem Haring-Lind. cap. 4 pag. 55.





La piel en la exposición de un estudio radiográfico periapical experimenta 360 mR; la dosis efectiva que experimenta todo el organismo del paciente equivale al mismo riesgo de generar un efecto estocástico<sup>13</sup> que en una parte específica de la economía corporal.

El riesgo que representa el realizar series dentales radiográficas completas es de 7 a 12% en comparación de la radiación anual generada por la naturaleza<sup>14</sup>, claro que depende de la posición geográfica en la que se encuentre el individuo. La probabilidad o riesgo que se presenta por algún efecto adverso o exposición aun agente peligroso en relación a las actividades habituales de la vida moderna es poco menos que el riesgo que representa la radiografía dental. El cáncer se presenta en forma espontánea en el ser humano 3300 por cada 1000, 000., a diferencia del cáncer que puede inducir la radiografía dental en un 3 por cada 1000, 000, según Haring y Lind.

La caries y diversas patologías pasarían desapercibidas sin un examen radiográfico, simplemente para detectar caries interproximal o interrelacionar estructuras anatómicas. Para obtener una aceptable imagen radiográfica es necesaria la cooperación del niño, una buena técnica y estar conciente de lo que una radiación de más produce en el organismo humano y por tal tener la pericia para utilizar los medios adecuados de protección para el paciente, para el cirujano dentista y para quien lo auxilie.

---

<sup>13</sup> Probabilidad de que se produzcan efectos celulares por dosis absorbida de radiación traduciéndose en cáncer.

<sup>14</sup> Stentstrom: la dosis equivalente a un tejido con exposición particular, suma de tejido radiado y factor de riesgo para el mismo.

## 2. CONSECUENCIAS BIOLÓGICAS

### 2.1 EN EL PRODUCTO DURANTE EL EMBARAZO.

Durante el embarazo, período comprendido desde la fecundación del óvulo hasta el parto, se producen una serie de acontecimientos, a saber: fase pre-embionaria (de 0 a 14 días después de la concepción), fase embionaria (de 3 a 8 semanas después de la concepción) y fase fetal (desde las 9 semanas después de la concepción hasta el nacimiento), en algunas de las cuales la exposición a un teratógeno, como lo son las radiaciones ionizantes, pueden causar anomalías estructurales o funcionales. La radiosensibilidad es inversa a la edad: menos en, anciano-adulto-adolescente-niño-feto, más en el embarazo-embrión.

El embarazo es un estado fisiológico que implica cierta problemática para el tratamiento dental, por ende el cirujano dentista debe tener especial cuidado en el manejo oral en la paciente embarazada y conocer los cambios que este estado de la mujer pueda presentar.

Es de vital relevancia indagar a través de la anamnesis la posibilidad de embarazo en una paciente que sea una mujer con capacidad reproductora. Si el caso es de duda se deben establecer las medidas necesarias de protección radiológica para evitar que la radiación pueda influir cambios indeseables en el producto. Sin embargo, cuando una mujer esta evidentemente embarazada o se sabe embarazada y requiera de un estudio radiológico, se debe tener especial cuidado al determinar en que trimestre del embarazo se encuentra.

En el diseño del plan de tratamiento se ahondarán los cuidados para el feto y para la madre; en el feto evitar que se desarrollen alteraciones teratogénicas o un aborto radiológico; en la madre buscar el tiempo adecuado para el tratamiento dental y evitar situaciones que cambien en curso del embarazo.

La atención en equipo con el médico tratante de la paciente embarazada y el cirujano dentista favorecerá aspectos preventivos de las enfermedades orales a las que son susceptibles y que se manifiestan durante este estado, para realizar un mejor tratamiento y evitar futuras secuelas. El tratamiento dental que incluye la toma de radiografías, no deberá realizarse durante el primer trimestre de gestación, esto según algunos autores, aunque si es muy necesario, deberán tomarse el menor número de radiografías posible protegiendo en específico la parte ventral de la paciente con un chaleco de plomo. Las radiografías panorámicas son más recomendables por la menor exposición y la mejor información diagnóstica completa de la boca de la paciente, ya que el ortopantomógrafo concentra la radiación en una cierta área.

Otras medidas que pueden ser importantes para proteger al producto son el uso de radiografías ultrarrápidas, colimadores rectangulares que reducen las radiaciones secundarias y un cono largo, recordemos que a mayor distancia menor radiación dispersa y por ende menor radiación absorbida.

“Si se compara la cantidad de radiaciones producidas para la toma de una radiografía de cráneo,  $0.004 \text{ rads}^1$ , en relación con una serie periapical, de  $0.00001 \text{ rads}$  sería 400 veces más radiación sobre la paciente irradiada y

---

<sup>1</sup> Rad: dosis de radiación absorbida por un medio.

aún más en la toma para una radiografía de tórax que oscila entre unos 0.001 a 0.010 rads unas 100 o 1000 veces más. Las radiaciones que van de 5 a 10 rads pueden ser nocivas para el feto, pero es una cantidad de radiación que sería difícil de alcanzar en estudios dentales y médicos. En comparación la radiación dispersa en un estudio dental que alcanza la regiones del cuerpo más distantes, como la parte abdominal o los genitales, serán absorbidos en un promedio de dosis por radiación de 0.00005 rads en una técnica radiográfica periapical casi inocua y en una técnica de serie radiográfica dental de 0.0001 rads, mientras que en un estudio radiográfico médico, como la radiografía del tubo digestivo, es de 0.35 a 6 rads; es mucho mayor la absorción en la parte genital y abdominal debido a la cercanía del haz de rayos X en el estudio médico-radiológico.”<sup>2</sup>

La radiología dental no es un peligro real para el feto, pero puede ser este muy sensible en los primeros estadios del embarazo, por su gran actividad mitótica celular, el periodo más vulnerable es el de la pre-implantación, puede ocasionar un daño severo traduciéndose en daño prenatal, neonatal o congénito. En etapas tardías del embarazo el producto es más resistente pero si las dosis son más altas puede presentarse el síndrome agudo por radiación. Toda radiación energética absorbida, por mínima que sea, produce modificaciones en las estructuras celulares, sobre todo en las menos diferenciadas y de mayor actividad cariocinética, que son las más radiosensibles.

El tejido reproductivo es muy vulnerable en los primeros meses de vida intrauterina, la dosis es directamente proporcional a la mutación producida por la acumulación de efectos

---

<sup>2</sup>Castellanos Suárez, José Luis. Medicina en Odontología. Manejo de pacientes con enfermedades sistémicas. Ed. El manual moderno 2da. Edición 2002 pags. 293 y 294.

La dosis de 100 mGy<sup>3</sup> (= 10 rads) es suficiente para crear efectos letales en el huevo fecundado sin implantación en la mucosa del útero. Las malformaciones pueden ser patentes en el desarrollo de los órganos durante los primeros seis meses de vida intrauterina en una dosis de unos 150 mGy (=15 rads). La sobre carga de radiación en este estadio inicial del embarazo también puede dar lugar a un aborto radiológico. Por tanto el tejido entre mas joven e indiferenciado es mas vulnerable a lesiones radiológicas teratógenas.

Dosis pequeñas de radiación pueden conducir a una reacción adversa para el equilibrio genético o la herencia (mutaciones). Los cromosomas son los portadores de los caracteres de la herencia. Los genes están formados por ADN una macromolécula formada por ácido fosfórico, desoxirribosa, adenina, guanina, citosina y timina. Todo esto determina las características externas e internas del individuo, la reduplicación idéntica o exacta para sucesivas generaciones y la mutación que es la alteración del código genético con daño irreversible por ejemplo con radiación de alta energía mediante la roturas de enlaces simples o dobles. La sensibilidad del sistema biológico determina la gravedad de un daño.

Las mutaciones que puedan darse a través del tiempo por la aportación genética del genoma de los progenitores y pueden pasar inadvertidas a través de generaciones causadas por la radiación.

La mujer embarazada con tratamiento radioterápico y que expone al feto accidentalmente a ello, pone en riesgo la estructura o morfología coronal y radicular, el número de dientes y la secuencia puntual de la erupción, aunque no es común que suelen afectarse por irradiación los dientes temporales del

---

<sup>3</sup> Gy es la unidad oficial de medida de dosis o rad.

niño. Generalmente se ve la displasia por irradiación en niños que sufren neoplasia de cabeza y cuello en los primeros años de vida

Algunos autores contraindican el empleo de la radiación X durante el embarazo, sobre todo en el primer trimestre, pero asientan que sólo si existe una verdadera necesidad y un verdadero beneficio, se usaran con las medidas de protección y seguridad requeridas a fin de que el feto reciba la mínima radiación posible.

## 2.2 RADIACIÓN SECUNDARIA EN INFANTES.

La radiación primaria es la que sale directamente del tubo de rayos X, la secundaria es la que incide directamente con los tejidos del paciente, en el caso de los niños sometidos a diagnosis por medio de la exposición radiológica es importante señalar que están en fase de crecimiento y por tanto son aun más vulnerables que los adultos. Revisando la literatura encontramos que hay estructuras anatómicas expuestas sin protección en la toma de radiografías en el consultorio dental, dichas estructuras como los ojos, la glándula tiroides, los huesos como los maxilares (medula ósea), los dientes, el timo y las gónadas sexuales, son en primer orden expuestos a la ionización de los fotones X, además de la piel. En niños las gónadas se encuentran más cerca de haz de radiación debido a su corta estatura en relación con un adulto de mayor estatura.

El cristalino del ojo está ubicado en la parte posterior del iris, su función es básicamente enfocar la luz para crear imágenes nítidas; la luz que pasó previamente a través de la córnea y del humor acuoso llega al cristalino, que entonces la proyecta más lejos, a la parte posterior del globo ocular, enviando los rayos de luz a la retina a través del humor vítreo. El cristalino es

transparente e incoloro y cambia de forma según el enfoque de las cosas, si están más lejos o más cerca aumenta su grosor biológico o lo disminuye a través fibras musculares ciliares.

La dosis aumentada de más de 200 000 mrad puede inducir la formación de cataratas en los ojos (nube en los cristalinos); según Payton pudiera ser en un umbral mayor a 500 Rads. La dosis promedio para la cornea en su superficie es de 60 mrad aproximadamente, esto en un estudio radiológico dental con película de velocidad D, como largo, en una serie de 20 películas; “en radiología dental la probabilidad de que haya cataratas es tan baja, que algunos científicos ya no consideran a los ojos como órganos críticos”<sup>4</sup>.



fig. 1 Esquema anatómico de la tiroides<sup>5</sup>

La tiroides es una glándula endocrina, situada en posición inferior al cartílago cricoides, lateralmente al cartílago tiroides y anterior a la tráquea. Tiene un peso aproximado de entre 15 y 30 gramos, está constituida por dos lóbulos laterales a la tráquea, ambos lóbulos unidos por el istmo. La glándula

<sup>4</sup> Haring-Ling op. Cit. Pag. 57

<sup>5</sup> <http://images.google.com.mx/imgres>

tiroides regula el metabolismo del cuerpo, es productora de proteínas y regula la sensibilidad del cuerpo a otras hormonas. Participa en la producción de hormonas, especialmente tiroxina ( $T_4$ ) y triyodotironina ( $T_3$ ). Estas hormonas regulan el metabolismo basal y afectan el crecimiento además del grado de funcionalidad de otros sistemas del organismo. El yodo es un componente esencial tanto para  $T_3$  como para  $T_4$ . La tiroides también sintetiza la hormona calcitonina que juega un papel importante en la homeostasis del calcio. La tiroides es controlada por el hipotálamo y la pituitaria. Las hormonas tiroideas tienen efectos sobre casi todos los tejidos del organismo.

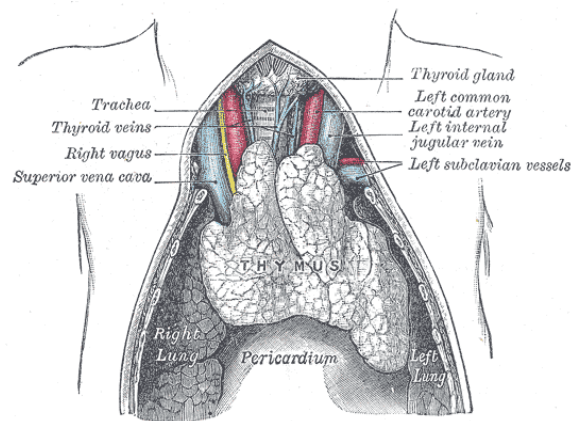


fig 2. Esquema anatómico del Timo<sup>6</sup>

El timo se localiza anterior al corazón y posterior al esternón, es responsable de la formación de los linfocitos T antígeno independientes. (fig. 2) A diferencia de otros órganos linfáticos, en el timo no se observan nódulos

<sup>6</sup> <http://images.google.com.mx/imgres>



ni células plasmáticas, ni fibras reticulares, aunque si hay células reticulares; los timocitos son macrófagos y linfocitos; las células reticulares del timo son de origen endodérmico y producen hormonas como la timosina y timopoyetina necesarias para el desarrollo de los linfocitos. La principal función de producción o formación de linfocitos T se lleva a cabo en la corteza del timo bajo la influencia de las hormonas producidas por las células reticulares y son liberados al torrente sanguíneo llegando finalmente a los ganglios linfáticos, al bazo y a las amígdalas.

En la glándula tiroides y el timo pueden manifestar en dosis bajas de radiación X, tumoraciones; aunque sería necesaria una dosis de 6000 mrad calculada para producir cáncer, tan alta dosis no se presenta en radiografías dentales; por otro lado y a diferencia de lo anterior la dosis promedio para la tiroides es de 6 arad o 1/1000 de la dosis que se necesita para inducir cáncer en dicha glándula.

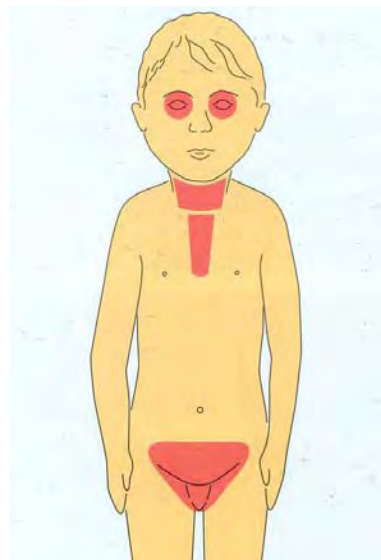


fig. 3 Esquema de los puntos vulnerables del niño en la radiación<sup>7</sup>

<sup>7</sup>Van Waes Hubertus J. M., Stöckli, Paul W. Atlas de Odontología Pediátrica. Ed. Masson. Barcelona, España 2002. pag. 115



La médula ósea activa representa un tejido de alto riesgo, pensando que parte de esta en un porcentaje mínimo se encuentra en mandíbula y el maxilar. Según “Stentstrom y col. (1987) la dosis que pudiera ser dañina para la médula ósea es de 3 mSv<sup>8</sup> en un examen bucal completo.”<sup>9</sup> Aunque el riesgo por la exposición a los fotones X y la dosis se puede traducir en que a mayor cantidad de tejido que produce sangre es mayor el riesgo de inducción a leucemia (cáncer), sería más probable en una dosis de 5000 mrad o más, pero en radiología dental la dosis requerida no es tan alta, solo se requiere en promedio 1 a 3 mrad por película, por tanto no representa un verdadero riesgo; se necesitaría exponer entre 2000 a 4000 películas para inducir leucemia. “También la radiación puede alterar la composición química de enzimas, inhibidores, hormonas, etc., y hacerlos parcial o totalmente inefectivos”.<sup>10</sup>

En lo que refiere a las glándulas salivales expuestas a radiación X, la manifestación o consecuencia patológica que puede presentarse es la *xerostomía*.<sup>11</sup>

Eritema<sup>12</sup> es la consecuencia de la exposición a radiación X en la piel, 250 rad en 14 días como periodo de exposición serían suficientes, mas o menos unas 500 películas dentales de velocidad E con velocidad de exposición de 0.7 R/seg. Para producir estos cambios; pero en radiología dental es difícil suponer que estos se presentasen.

---

<sup>8</sup> mSv: milisievert del sistema internacional de medida de dosis absorbida. SI.

<sup>9</sup> Payton, H.G. pag. 20 Op. Cit.

<sup>10</sup> Edelys Raimundo Padrón , Jiménez Arrechea José A. Utilización de las radiografías en los tratamientos de endodoncia en la embarazada. Revista Cubana de Estomatología v.37 n.2 Ciudad de La Habana Mayo-ago. 2000.

<sup>11</sup> Xerostomía: disminución o pérdida de la capacidad secretoria salival.

<sup>12</sup> Eritema: enrojecimiento de la piel.

Cada órgano presenta una etapa de susceptibilidad en el comienzo de su diferenciación, y otros órganos corporales van tornándose susceptibles uno tras otro.

En el caso de los dientes expuestos a la radiación, tienen una probabilidad de ser afectados en la matriz de la sustancia fundamental, interrumpiéndose el desarrollo radicular y el puente de cemento; radiográficamente se puede observar una abrasión importante en forma de serie de concavidades en el área gingival en las superficies mesial y distal e inclusive bucal y lingual; la raíz y la corona pueden estar separadas debido al debilitamiento del diente por una dosis excesiva de “radiación de 5000 a 8000 roentgen”<sup>13</sup>. A nivel intersticial se encontraría normalmente caries pero por daño radiológico se presenta esta afección en esta área gingival.

Es importante también señalar el daño en los dientes en desarrollo, aunque este tipo de patologías se presentan no por un examen radiológico de rutina, si no por las radioterapias, claro que dependerá de la fase del desarrollo en la que se encuentren los dientes, la dosis máxima y la intensidad, que dan como resultado desde una hipoplasia leve a severa a una suspensión total de la función de crecimiento dental, así como deformidades estructurales o dilaceraciones de corona y/o raíz.

-“Según Laubenberger (1977) al medir la sobrecarga radiactiva por radiografías dentales a partir de una película Kodak ultra rápida, considera factores influyentes, los valores en un niño de 10 años:

---

<sup>13</sup> Ibidem Cap. 14 pag. 117

---

Dosis superficial de la piel	"< 10 mJ/kg (= 1,0 rems)" <sup>14, 15</sup>
Dosis gonadal sin protección	< 4 μJ/kg (= 0,4 mrems)
Dosis gonadal con protección	< 0,8 μJ/kg (= 0,08 mrems)-" <sup>16</sup>

Como se puede ver tiene un valor decisivo la dosis gonadal sin protección, tomando en cuenta la entrada del rayo principal y el diafragma del cabezal.

Hay que entender que los niños a diferencia de los adultos debido a su longitud del tronco dependiente de su edad, la dosis recibida es más alta en los primeros que en los segundos, jugando un papel preponderante la distancia entre las gónadas sexuales y el rayo principal de fotones X. la dosis cutánea superficial puede alcanzar valores dobles y más por lo que la dosis en la medula ósea incrementa al mismo tiempo.

### 2.3 RADIACIÓN DISPERSA EN EL CIRUJANO DENTISTA Y EL AUXILIAR.

Las radiaciones ionizantes constantes pueden ocasionar alteraciones en el organismo humano, sobre todo en el personal que labora de forma habitual con este tipo de radiación; recordemos que la radiación X tiene como propiedad dispersarse y como se hace lenta, su longitud de onda se hace más larga al chocar con estructuras orgánicas o de la materia en si, después tiende a desviarse y por ende su poder de penetración se minimiza al mismo tiempo que se acumula en los tejidos, no solo en el paciente como hemos analizado, sino también en el cirujano dentista y el auxiliar.

---

<sup>14</sup> mJ/kg dosis unitaria de protección contra la radiación, igual a mGy en los aparatos de rayos X.

<sup>15</sup> rem equivalente roentgen en el ser humano.

<sup>16</sup> Friedrich, Antón P. Cap 6 pags. 367 y 368



¿Qué puede suceder a corto, mediano y largo plazo si la exposición del operador y el auxiliar rebasan la dosis anual permitida (sobrecarga), en sus organismos?... a corto plazo se requería de la absorción de grandes cantidades de radiación en un periodo corto de tiempo, esto no es aplicable en odontología; a mediano plazo se pueden manifestar sintomatología como dermatitis o alopecia; los de largo plazo se presentan cuando se absorben pequeñas cantidades de radiación en un tiempo prolongado. Algunos autores asientan que a lo largo del tiempo también se pueden desarrollar lesiones teratógenas en las personas irradiadas y genéticas que al ser transferibles amenazan la herencia, sobre todo en personas jóvenes, que inexorablemente se podrían hacer patentes a través de generaciones futuras en las mutaciones. Debido a que mucho tiempo después pudieran aparecer lesiones somáticas; es difícil asentar que la etiología fuese la exposición a radiación y no una simple enfermedad. No es desconocido que actualmente el cáncer haya elevado su incidencia, y que una de las causalidades sea la exposición a rayos ionizantes, ya sean ambientales por los cambios generados por el hombre o por la radiación artificial en algún estudio radiológico previo, tiempo atrás; por eso es difícil determinarlo y requeriría un estudio más profundo al respecto.

Las radiación dental es de muy baja peligrosidad porque las dosis requeridas en un estudio son pequeñas; sería una falacia decir que el cirujano dentista y el auxiliar se encuentran en un peligro inminente, pero no esta por demás saber que cada individuo es diferente y presenta una susceptibilidad celular en mayor o menor grado a la agresión de ciertos factores externos a su organismo, como lo son la ionización por actividad laboral. La lesión por radiación tiene un periodo latente, un periodo de lesión y un periodo de recuperación, y está influida por la dosis total, velocidad de

dosis, cantidad de tejido irradiado, sexo, la edad y como dijimos la sensibilidad celular.

¿Pero qué pasa a nivel celular con la radiación dispersa?, simplemente ioniza y forma radicales libres; un fotón X se dice que se absorbe porque la célula por su contenido de agua es susceptible a que sus moléculas se recombinen y formen toxinas como el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (peróxido de hidrógeno). Según Haring y Lind, existen dos teorías acerca de la radiación que daña los tejidos: “la teoría directa que es cuando la radiación ionizante choca de manera directa con áreas o blancos críticos dentro de la célula”<sup>17</sup>. Como por ejemplo si chocan contra el ADN celular; pero debido a la longitud de onda corta del rayo principal y por el poder de penetración, pasan por la célula rápidamente causando o no algún cierto daño, por lo tanto este evento se presenta con poca frecuencia. Por otro lado está la teoría indirecta en donde “los fotones de rayos X se absorben dentro de la célula y producen toxinas, que a su vez dañan a la célula, causando su disfunción”<sup>18</sup>, estos daños biológicos no se producen por el choque directo de los fotones X, si no por la formación de radicales libres a nivel citoplasmático celular, estos si son muy frecuentes puesto que la célula contiene un 70 a 80% de agua. Esta teoría se amolda perfectamente a la referencia de la radiación secundaria y dispersa, radiación a la que esta expuesta el cirujano dentista y el auxiliar.

La dosis fraccionada, administrada en un lapso de tiempo muy largo, parece no causar efecto biológico, los tejidos presentan una recuperación. Cuando se ven aparecer modificaciones titulares después de varios días o varias semanas, es porque el periodo de latencia después de la exposición intensa de irradiación no se manifiesta de forma inmediata.

---

<sup>17</sup> Haring-Lind Op. Cit. Pag. 49

<sup>18</sup> ibidem

## 2.4 EN EL PACIENTE CON CANCER.

Como hemos analizado la radiación X es peligrosa para los tejidos vivos y producen daño biológico por su exposición. Para el estudio dental y la detección de enfermedad en un paciente con cáncer, se debe tener en cuenta que sólo se prescribirá si el beneficio rebasa el riesgo de daño celular y bajo observación médica.

En especial el niño sometido a quimioterapia y radioterapia es sensible al tratamiento odontológico, sobre todo si se requiere hacer algún procedimiento en donde se tenga la necesidad de usar el aparato de rayos X para un cierto diagnóstico. En primer orden el paciente está previamente condicionado a presentar diversas manifestaciones consecuentes a su tratamiento cancerológico, manifestaciones como alteraciones del crecimiento, trastornos endocrinos, funcionales y reproductivos (germinales testiculares) a largo plazo. Los niños que llegan a su adolescencia tras sobrevivir al cáncer, manifiestan secuelas dentales tardías de tejidos blandos y tejidos duros, ocasionando en esta última asimetría orofacial, dependiendo de factores individuales como la edad, tipo de lesión, tipo de dosis por radiación o por quimioterápicos, y si fue atendido dentalmente antes durante y después de estos tratamientos.

Es importante que el tratamiento dental del paciente con cáncer sea en 3 etapas, la primera antes de que inicie su tratamiento como tal, en donde cada etapa se realizarán acciones encaminadas al diagnóstico, prevención, eliminación de toda lesión cariosa, y de manejo clínico específico. Es recomendable evitar provocar una sobredosis por radiación dental sumada a la del tratamiento radioterápico del paciente, aún con los medios de protección adecuados y aún cuando la radiación dental no sea significativa.

En la etapa primera, previa a la terapia oncológica, en el niño se realizarán tratamientos convencionales como la eliminación de caries superficial, pulpotomias y pulpectomias; en pacientes pediátricos con dentición mixta se realizará tratamiento periodontal y reemplazo de restauraciones dañadas que pudieran ser irritantes, cirugía, extracciones, tratamiento de dientes con reabsorción interna y externa radicular, dientes con riesgo de desarrollar pericoronitis, eliminación de procesos infecciosos y la supervisión de el estado de salivación y apertura oral y movilidad; esto nos dará un margen anticipado de acciones clínicas que requerirán de la exposición a la radiación dental para el diagnóstico. El tratamiento deberá realizarse por lo menos tres semanas antes del tratamiento oncológico; algunos autores refieren que cualquier pieza dental afectada que no se pueda manejar en este periodo deberá ser extraída, muchas veces las decisiones tendrán que ser radicales y expeditas, decisiones que serían diferentes en un tratamiento dental normal puesto que están en riesgo de causar un proceso infeccioso potencial durante la radioterapia debido a la inmunosupresión consecuente. Será indispensable valorar al paciente a través de una radiografía panorámica y una serie periapical completa con radiografías interproximales, para llevar un control a lo largo del tratamiento oncológico y así establecer una educación y motivación para la higiene bucal del infante en conjunción con los padres para paliar o disminuir las complicaciones orales que resultasen de la radioterapia.

En la etapa de irradiación, el paciente se encuentra en pleno tratamiento con radiactividad; en esta etapa, el tratamiento dental se limita al manejo de las manifestaciones o consecuencias orales en forma preventiva. El paciente adulto con tratamiento por tumores en cabeza y cuello para el tratamiento odontológico es de especial cuidado porque es expuesto a alrededor de 100 a 200 cGy (100 a 200 rad) en cada sesión en dosis fraccionadas que pueden



sumar hasta 50 a 80 Gy (5000 a 8000 rad); en los niños la dosis puede ser menor. La mucositis<sup>19</sup>, la pérdida del gusto (disgeusia)<sup>20</sup> y la xerostomía, se presentan a medida que las dosis del tratamiento radiactivo se va acumulando. La pérdida de la capacidad secretora salival de las glándulas por radiación se traduce en caries radiactiva, pérdida de humectación y lubricación, dificultad de deglución y acción antimicrobiana. El odontopediatra deberá establecer un control de placa dentobacteriana determinada por la dosis de radiación acumulada en los maxilares debido a la proximidad del rayo secundario en la radioterapia, determinar la condición orodental, la capacidad secretora salival y las habilidades neuromotoras así como la condición psicológica, y solo podrá llevar un control de higiene oral, lavados con soluciones salinas o bicarbonato de sodio, clorhexidina sin vehículo alcohólico, un control en la protección de las mucosas con aplicación agentes como la leche de magnesia o el kaopectate®, aplicación de flúor en gel, etc. La literatura no hace referencia de que en esta etapa pudieran llevarse acabo tratamientos que incluyan exposición a la radiación dental, pero establece que es de vital importancia el tratamiento odontológico integral en la etapa prerradiactiva. La participación de odontopediatra además de prevenir, será educativa y de control de las manifestaciones orales a corto, mediano y largo plazo durante el tratamiento del paciente con cáncer.

Es posible que en la tercera etapa posradiactiva algunas secuelas desaparezcan y otras permanezcan o aparezcan nuevas tardíamente. La alteración del crecimiento, pérdidas funcionales como el trismo que limita la apertura de la boca para el acceso a la restauración de dientes cariosos y

---

<sup>19</sup> Mucositis: efecto irritante, produce hiperqueratinización de la mucosa que le dará un color blanquecino.

<sup>20</sup> Disgeusia: cambios sobre los receptores del gusto. Por edema de las papilas gustativas se hacen disfuncionales. Cardenal, L. Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas. Ed. Salvat editores. Barcelona quinta edición 1954. pag. 382.

necrosis ósea, son ejemplos de estas secuelas. El manejo de estas manifestaciones posradiación son de difícil control, por la vulnerabilidad y el deterioro de los tejidos que fueron expuestos a la radiación directa, en especial si se trató de la región maxilar que recibió una dosis estimada de 45 gy (4,500 rads), los cambios pudieron haber sido ligeros, pero son diferentes en mandíbula que en maxilar debido a su volumen vascular. En los primeros años de vida la radiación sobre los maxilares cuando los dientes están en desarrollo, producen cambios como aplasias, displasias, y alteraciones en forma y de tamaño o desencadenar una “osteorradiación necrosis”.<sup>21</sup>

Debido a que las dosis reducidas de radiación en los niños con cáncer en la radioterapia, los efectos o consecuencias podrían ser pasajeras, aumenta la capacidad regeneradora de tejidos. En cambio el odontopediatra se enfrenta a efectos dentales tardíos como la hipoplasia, displasia del esmalte, alteraciones morfológicas y de crecimiento dental, agenesia dental y a cambios óseos por alteración del crecimiento orofacial, como el desarrollo mandibular (retrognatia y micrognatia). Los pacientes más susceptibles son los niños más pequeños.

---

<sup>21</sup> Osteorradiación necrosis: el efecto que la radiación hace sobre el hueso se manifiesta en las células del tejido óseo. Así como en su vascularización que le nutre y renueva.

### 3. MEDIOS DE PROTECCIÓN

#### 3.1 EN EL APARATO DE RAYOS X: COLIMADORES, FILTROS KILOVOLTAJE Y MILIAMPERAJE.

El cabezal que contiene el tubo de rayos X es la pieza fundamental del radiodiagnóstico en el estudio radiológico dental, debe producir un haz de luz en cantidad y calidad, donde la calidad depende de la tensión de entre 40 y 120 kv y la cantidad en miliamperios por segundo (mAs). Los aparatos o unidades utilizados en la odontología pueden ser para estudios intraorales, ortopantográficos o la obtención de telerradiografías. En las unidades intraorales el cabezal es mas chico y el cono puede ser corto o largo: el cono largo es el más óptimo como medio de protección, pues a más distancia es menor la amplificación de la imagen que resulta de la exposición y reduce la imagen real; presenta un transformador-tubo, un soporte o brazo y un disparador manual. El haz rotatorio que utiliza la técnica para obtener radiografías panorámicas hace posible la gran cobertura anatómica que revelan la relación de las arcadas maxilares y sus estructuras de soporte, y que refieren como medio de radioprotección una dosis baja relativamente pero una baja nitidez, distorsionada, con magnificación y superposición de estructuras a diferencia de las radiografías intraorales. Las telerradiografías tienen como ventaja la distancia que es de un metro y medio aproximadamente y se reduce la amplificación y con esto permite la cefalometría.

El tiempo de exposición para el cirujano dentista y para el paciente no debe exceder de los 5 segundos, el disparo debe ser con un pulsador y no por el interruptor, el sistema de tener obligadamente un dispositivo de rearme, lo que impedirá la repetición de disparos involuntarios. “De

preferencia se debe utilizar un dispositivo de retardo para la toma de la radiografía, botón que cuando es accionado sólo se activará después de transcurridos unos segundos” [...] <sup>1</sup>



fig. 4 Dispositivo con pulsador e interruptor. <sup>2</sup>

Los dispositivos de protección con que cuenta el equipo de rayos X para atenuar la radiación dispersa son las cortinillas plomadas, el marco plomado alrededor de la pantalla, las placas de plástico plomado, mamparas, filtros compensadores entre otros; durante la realización de los estudios radiológicos debe emplearse el colimador apropiado para obtener el haz mínimo necesario y utilizar la tensión adecuada.

La filtración es el proceso a través del cual se elimina los fotones de rayos X de baja intensidad o energía. La filtración total involucra primero que nada la ventana de vidrio del tubo radiógeno, la barrera de aceite/metal que son estos dos filtros inherentes, y el filtro de aluminio, barrera adquirida. El

<sup>1</sup> Guedes Pinto, Antonio Carlos. Rehabilitación Bucal en Odontopediatría, Atención Integral. Ed. AMOLCA. Primera edición 2003, Pag. 15

<sup>2</sup> Fuente directa.



filtro se encuentra físicamente en el aparato al final del cono, donde se une al cabezal.

La equivalencia en aluminio<sup>3</sup> del material entre paciente y receptor de imagen; es de un máximo espesor de 2 mm de aluminio. Lo anterior se debe establecer sobre la base de mediciones realizadas con una tensión de 100 kV y con un haz de radiación que tenga una capa hemirreductora de 2.7 mm de aluminio. El grosor del aluminio es necesario para reducir la energía del haz de rayos X a la mitad.

La colimación regula el tamaño o la forma del haz de rayos X, eliminando la radiación periférica y secundaria con lo cual se cubre menos área en la piel del paciente y por consiguiente menos exposición. Físicamente el colimador se puede observar a través del cono; que es un aro de plomo con un recorte circular en el centro; esto producirá un haz de rayos X redondo. Un área de color ligero gris en el centro es el aluminio, que se coloca del lado de la unión tubo-cabezal del cono. Si el colimador redondo que mide 7 centímetros de diámetro es reemplazado por un que mide 6 centímetros, el paciente recibirá el 25% menos radiación. La colimación rectangular resulta en un 55% menos radiación cuando se compara con un colimador de 7 cm. del cono redondo.

La calidad de rayos X depende del promedio de energía y la cantidad depende de del número de rayos. La intensidad de la radiación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de su fuente de origen.

---

<sup>3</sup> Aluminio: Al elemento 13 –IIIA de la tabla periódica de los elementos.

A mayor kilovoltaje aumenta la calidad radiación y no redonda tanto en la cantidad; el mA cuando aumenta en cantidad, no cambia en calidad, de igual manera pasa con el tiempo de exposición; y si la filtración aumenta disminuye la cantidad de radiación.

La literatura recomienda que el cono sea largo y abierto, para reducir el riesgo de radiación. Un cono de forma rectangular, reduce hasta 2.5 veces la dosis absorbida debido a que tiene la misma forma que la película.



fig. 5 Conos cilíndricos y rectangulares de distintas longitudes<sup>4</sup>

Las verificaciones de los aparatos de rayos X deben ser periódicas para tener una buena calibración del equipo. Por lo menos una vez al año la calidad del haz (CHR) se mide en el momento en que el tubo ha sido reemplazado, y después de cualquier servicio al tubo de rayos X o al colimador (usando aluminio tipo 1100). Las mediciones de la coraza deben realizarse alrededor de la unión de la coraza al colimador; dichas mediciones

<sup>4</sup> McDonal Ralph, E & Avery David, R. Odontología Pediátrica y del Adolescente. Ed. Panamericana 5° edición Buenos Aires 1990; Pag 78

para el control de calidad no son mencionadas para los aparatos dentales de radiación en la norma oficial actual, solo mencionamos a grandes rasgos lo que se requiere en el cuidado de la calidad de los aparatos de radiodiagnóstico diagnóstico que a la larga redundará en la sobrecarga o no de un paciente expuesto a la radiación médica-odontológica.

La distancia del punto focal, el kerma en aire y a radiación de fuga debe medirse durante la instalación del equipo, su reinstalación, instalación de un tubo nuevo o una reparación mayor a la coraza o al colimador.



fig. 6 Aparato de Rx marca Gnatus<sup>5</sup>

Cuando menos una vez al año se debe realizar después de cualquier reparación del equipo de rayos X, la prueba de medición del tiempo de exposición para determinar para su control.

---

<sup>5</sup> Fuente directa

“Sistemas para radiografía panorámica dental que cuenten con un generador que produzca tensiones entre 50 y 90 kV y corriente entre 8 y 15 mA. El sistema debe permitir la modificación de los parámetros de la exposición para ajustarse a cada paciente en particular y, de preferencia, contar con un mínimo de tres programas diferentes en los que se encuentren valores predeterminados de kV y mA, así como la región a examinar”. [...] <sup>6</sup>

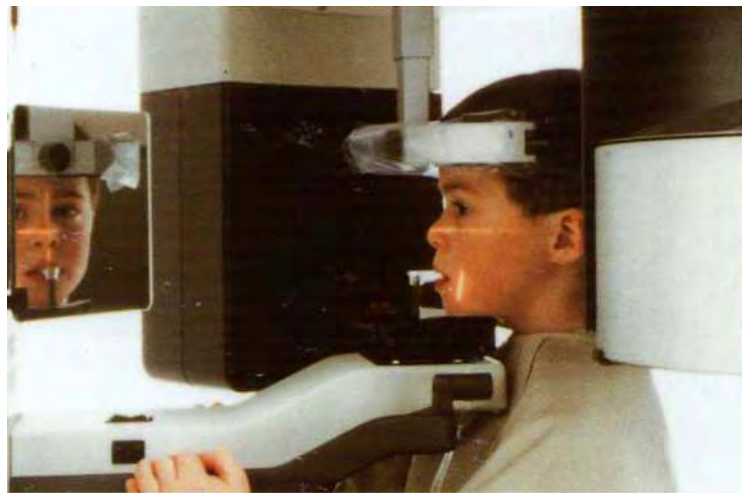


fig. 7 Estudio ortopantográfico <sup>7</sup>

La norma oficial mexicana determina la prohibición del uso de equipos sin colimador. Debe emplearse siempre el colimador con iluminación del campo o bien el cono adecuado, para delimitar el haz de radiación a la zona de interés diagnóstico en la toma de radiografías con equipos móviles o portátiles.

<sup>6</sup> Norma oficial mexicana (NOM-229-SSA1-2002), publicada el Viernes 15 de septiembre de 2006  
DIARIO OFICIAL (Primera Sección) 33 SIC, 9.1.5

<sup>7</sup> Van Waes Hubertus Op. Cit. pag. 119



### 3.2 PARA EL PACIENTE Y EL OPERADOR.

Las medidas de protección afectan tanto al paciente como al operador y también al auxiliar. Además de los dispositivos antes mencionados como la filtración, la colimación, el uso de pantallas antirrayos y conos largos de extremo abierto; para el cirujano dentista y el auxiliar es importante evitar el haz primario y la radiación dispersa consecuente buscando una colocación adecuada y prudente entre 1.80 a 2 metros de distancia del cabezal o tubo de rayos X en un ángulo de entre 90° y 130° en relación al eje del rayo.

El radiodiagnóstico se fundamenta en la producción de un haz de rayos X lo más homogéneo posible, que atraviesan la zona del organismo que esta sometida a examen, donde se absorben en mayor o menor cantidad dependiendo del paso por las estructuras anatómicas y de la intensidad de cada uno de los puntos en la que penetra y es absorbido.

La dosis máxima permitida es un concepto base de la radioprotección que define la cantidad de radiación absorbida y que no sea dañina en ninguna etapa de la vida, ni de la descendencia de alguna persona. La radiación máxima para una persona que trabaja en área radiológica debe ser de 50 mSv por año, y para el paciente 5 mSv. “Sólo 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)”.<sup>8</sup>

Es importante la radioprotección en el operador, el auxiliar y el paciente, aunque como hemos visto la radiación dental no se considera de alto riesgo

---

<sup>8</sup> Norma oficial mexicana (NOM-229-SSA1-2002), publicada el Viernes 15 de septiembre de 2006  
DIARIO OFICIAL (Primera Sección) 33

para el cirujano dentista ni para el paciente, cabe señalar que hay personas más radiosensibles que otras, y más vale prevenir. Existen elementos que impiden la irradiación excesiva del personal que trabaja con radiaciones ionizantes; dichos elementos que son considerados, comienzan con un adecuado uso de los aparatos de radiodiagnóstico, con un entrenamiento del personal a través de los manuales y por otro lado el empleo de accesorios como el dosímetro personal ya sea de tipo fotográfico o termoluminiscente, este “debe portarse durante la jornada de trabajo y al término de ésta deben permanecer almacenados en un lugar adecuado, fuera de la zona controlada.”<sup>9</sup>, y el chaleco o mandil antirradiación, blindajes para gónadas (tipo sombra o de contacto), con la bufanda o collarín protector de la glándula tiroides. En el consultorio dental en el que se realicen estudios periapicales y/o además estudios ortopantográficos y otros, como lateral de cráneo o antero posterior; se debe de disponer de estos dispositivos para la protección de la radiación secundaria en órganos del paciente y el operador en la radiación dispersa.



fig. 8 Mandil de plomo para el auxiliar<sup>10</sup>

<sup>9</sup> id.

<sup>10</sup> Figueiredo Walter, Ferelle A., Issao Myaki. Odontología para el bebé. Ed. AMOLCA 2000, 187 pp.

El chaleco o delantal antirradiación esta hecho de plomo<sup>11</sup> este dará el blindaje necesario para proteger las gónadas del paciente y el operador. Dichos delantales o mandiles, para el cirujano dentista poseen una protección que equivale a 0.25 mm., al igual que para pacientes con bufanda protectora de la tiroides en la técnica radiográfica intraoral. Para la técnica ortopantográfica o panorámica el delantal con protector de tiroides es equivalente a 0.35 mm. La norma oficial refiere que el POE deberá utilizar dispositivos mínimos indispensables de protección y que en un campo de radiación de menos de 5 cm, el espesor del blindaje deberá ser al menos de 0.5 mm de plomo cuando cubra solo el frente del cuerpo.



fig.9 Protector de tiroides para niños<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Pb: elemento 82 – IV A, de la tabla periódica de los elementos.

<sup>12</sup> Figueiredo Walter Op. Cit. 191.



También existen accesorios como gafas y guantes plomados. Las gafas o anteojos dan protección al cristalino, con cristales de espesor equivalente de 0.2 mm de plomo; los guantes de compresión tienen un espesor equivalente de 0.5 mm de plomo y los guantes para intervención son de espesor equivalente de al menos 0.25 mm de plomo.

El plomo es un elemento químico de la tabla periódica, cuyo número atómico es 82 según la tabla actual; es un metal pesado, de densidad relativa o gravedad específica 11,4 a 16°C, de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate; es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Su fusión se produce a 327,4°C y hierve a 1.725°C.

Es posible usar cualquier otro material que tuviera un elevado número de electrones por átomo, pues como sabemos cada vez que un haz de rayos desplaza un electrón pierde energía en el proceso; entonces cuanto más electrones situemos frente al haz de radiación antes se detendrá. Si el haz fuese más amplio atravesaría el plomo, de hecho ningún material de ningún grosor podría detener completamente los rayos X. El oro por ejemplo tiene 79 electrones por átomo y el platino 78 electrones por átomo, irían bien, pero son materiales muy caros. En cambio el plomo posee 82 electrones por átomo y es mucho más asequible. De ahí su utilización en la hechura de los dispositivos de protección radiológica.



fig.10 Delantal plomado<sup>13</sup>

El delantal plomado dental tiene 0.25 mm. de grosor de protección, con forro y con correas ajustables delanteras. Otros modelos integran el cubre-tiroides. (fig. 10)



fig.11 Accesorios plomados<sup>14</sup>

El cubre-tiroides con 0.5 mm, los guantes con 0.25 mm, y el protector gonadal y ovárico con 0.5 mm de grosor de plomo, todos, pueden estar forrados con tela de avión o pana. (fig. 11)

<sup>13</sup> <http://www.argenx.com.ar/accesorios/plomada.htm>

<sup>14</sup> id.



fig.12 Anteojos plomados<sup>15</sup>

Los anteojos plomados con protección lateral opcional deben contar con 0.5 mm., de protección. (fig.12)

El cirujano dentista y el auxiliar en el consultorio dental deben tener la responsabilidad de utilizar los aditamentos adecuados para la protección radiológica del paciente pediátrico y su propia protección; procurar que la exposición del paciente sea la mínima indispensable optimizando las técnicas, para así evitar como hemos dicho antes, las repeticiones innecesarias de estudios radiológicos; sería una falta de pericia no hacerlo, sobre todo en el caso de los niños; se deben usar películas rápidas y de buena calidad, estas películas deben ser sujetadas por el paciente en el momento de la toma y no por el operador en medida de lo posible; puede ser con el uso de posicionadores o portapelículas que reduzcan la probabilidad de una segunda exposición y que el paciente muerda para sujetarlos, como el xcp o el snap-Rinn, (Fig. 13) o simplemente con el dedo mismo paciente. En pacientes pequeños nos podemos valer de la ayuda de la madre (que no este en periodo de embarazo, por lo menos fuera del primer trimestre) o por quien acompañe al paciente, claro, también con sus respectivos accesorios

---

<sup>15</sup> id.

de protección. Dicha persona debe recibir instrucciones específicas de lo que va a hacer y del riesgo que implica, debe emplear el equipo de protección adecuado como mandil, guantes, entre otros. (fig.13) El equivalente de dosis debe limitarse a 5 mSv por estudio radiológico. Si el estudio radiológico, por ejemplo en la ortopantomografía, únicamente el paciente debe permanecer en la sala de exposición empleando la protección adecuada. Esta técnica no está indicada para niños menores de 3 años de edad, por la dificultad de que el niño permanezca inmóvil.



fig.13 Portapelículas <sup>16</sup>

---

<sup>16</sup>Van Waes Hubertus. Op. Cit. Pag.125





fig. 14 La mamá como auxiliar para el estudio radiográfico<sup>17</sup>

En el caso de que el niño no pueda mantenerse quieto durante el estudio radiográfico, se podrán usar inmovilizadores (fijadores de cabeza, bandas de compresión, vendas, empuñaduras entre otros), además de emplearse técnicas radiográficas rápidas. La distancia foco-piel debe mayor a 30 cm.

En el caso de pacientes pediátricos muy pequeños, como los bebés, debemos tratarlos con mayor margen de seguridad, “la acción nociva de las radiaciones sobre los tejidos vivos es inversamente proporcional a la edad del paciente”<sup>18</sup> la susceptibilidad es mayor en los pacientes muy jóvenes y por tanto, los efectos adversos de la radiación X se potencializan en forma importante. En recién nacidos se usará un medio de protección adecuado al tamaño, que sería un delantal de plomo para bebé de 50 x 30 cm. Además de todas las medidas antes observadas en el presente trabajo. El tiempo de exposición será entre 2 a 3 décimos de segundos y la exposición entre las

<sup>17</sup> ibidem. Pag. 123

<sup>18</sup> Figueiredo Walter, Ferelle A., Issao Myaki. Odontología para el bebé. Ed. AMOLCA 2000, pag. 186



pausas de llanto o, aún mejor, durante las expiraciones. (Técnica MannKopf-Walter y col. modificada) <sup>19</sup>



fig.15 y la fig.16 El Macri y dispositivos antirradiación para bebe<sup>20</sup>

Aunque la norma prohíbe el uso de equipos portátiles de rayos X, hace una excepción cuando se requiere la atención domiciliaria en el paciente que no pueda abandonar su cama y por tanto ser transportado a un equipo fijo o que tenga algún impedimento físico importante, considerando las medidas de protección contra radiación necesarias.

<sup>19</sup> ibidem. Pag. 188

<sup>20</sup> ibidem Pág. 188, 189.

En odontología existen aparatos móviles que el cirujano dentista pueda llevar a diferentes lugares de atención pública o privada y para la utilización de este tipo equipo, el operador usará un mandil emplomado y deberá mantenerse a una distancia mayor a 1.8 m del paciente.

### 3.3 PELÍCULAS RADIOGRÁFICAS.

La tecnología de los paquetes radiográficos es muy importante en la radioprotección. La imagen final que se obtiene en la radiografía se da a través de la ionización o efecto fotoquímico<sup>21</sup>, la radiación incide en una pantalla fluorescente y se transforma en una imagen visible. Entre más rápida sea la radiografía será menor el tiempo de exposición (40% menos). La radiografía representa gráficamente las diferencias de absorción en el método de exploración. “El empleo de pantallas de intensificación en las placas intraorales reduce significativamente la dosis de radiación. Debido a ello, a menudo es mejor emplear en los niños una radiografía panorámica que una serie de radiografías de toda la boca” [...] <sup>22</sup> El haz de radiación debe estar limitado al área expuesta y ser menor al tamaño de la película radiográfica o del intensificador de imagen.

El paquete radiográfico está compuesto por una base de celulosa con una emulsión de cristales haloides de plata que en ambos lados estas sales esta suspendidas en gelatina, la emulsión más espesa la hace más veloz y por consiguiente utiliza un menor tiempo de exposición, con las pantallas

---

<sup>21</sup> El efecto fotoquímico es la propiedad de la acción sobre algunas sustancias químicas que produzcan ciertas reacciones que produzcan una imagen latente que tras un procesado, se revelen y se fijen en imágenes visibles.

<sup>22</sup> Cameron A., Widmer R. Manual de odontología pediátrica. Ed. Harcourt Madrid España 1993. Pág. 16.

fluorescentes las hacen más radiosensibles, aunque dentro de un chasis dicha pantalla se ilumina para crear la imagen con un mínimo porcentaje de radiación x, que logra pasar un 5 % de la generado por el tubo, como ejemplo las radiografías panorámicas. La película debe tener propiedades de nitidez, densidad y contraste. En el mercado existen tres tipos de películas, la de tipo “D”, la tipo “E” y “F”; la tipo “E” por ejemplo la de Kodak Ektaspeed en comparación con una tipo “D” Ultraseep convencional, es que la Ektaspeed permite la reducción casi a la mitad de la exposición al igual que la F, y la diferencia entre estas últimas es el tipo de revelado ya sea en procesadoras automáticas con rodillos o procesos sin rodillos.

La radiovisiografía a diferencia de la técnica para obtención de la radiografía común es el sistema que permite la obtención de imágenes a través de un monitor, y sobre todo permite la reducción de la dosis de radiación en forma significativa en el paciente y el cirujano dentista. Este sistema se compone de un detector de radiación luminosa a través de semiconductores interconectados en un chip de silicona, las imágenes se presentan en tiempo real y en blanco y negro. La información obtenida puede ser manipulada de diferentes formas, puede ser transferida al sistema de impresión o guardada en la memoria del sistema electrónico, se puede sustraer digitalmente o reconstruir en forma tridimensional o a través de la fibra óptica se puede videotransmitir. Como vemos, los avances en informática alcanzan ya el campo de la radiografía; pese a las ventajas que ello implica (rapidez, disminución de la radiación, almacenamiento y acceso cómodo, manipulación de las imágenes), estos sistemas no mejoran, por el momento, la calidad de las imágenes convencionales.



### 3.4 ESTRUCTURALES EN EL CONSULTORIO.

El área de radiografías del consultorio será necesaria solo si se dispone de un aparato ortopantomográfico, en cuyo caso las paredes será necesario tenerlas emplomadas, que no tenga ventanas de preferencia y perfectamente bien señalizada con sala adyacente de revelado.

Los blindajes para la construcción, adaptación o remodelación deben determinarse y ser realizada por un asesor especializado en seguridad radiológica. La altura de blindaje para las paredes de una instalación no debe ser inferior a 2.1 metros previa evaluación de las áreas colindantes.

Para su instalación deben construirse de manera que exista continuidad entre los diferentes elementos constructivos donde sean instalados, es decir que el blindaje no se interrumpido por alguna superficie a proteger como muros, marcos, hojas de puertas, ventanillas de control, entre otros; dichas juntas constructivas que existieran deben blindarse con ángulos o tiras de plomo adosados al interior de las juntas o remates de los muros.

Las láminas de plomo deben empalmar entre si a 1 cm. mínimo y deben estar montadas de tal manera que no se deslicen bajo su propio peso. Las cabezas de clavos, tornillos o remaches cubiertos con plomo son del mismo espesor que el de la lámina. La homogeneidad, la composición y la densidad son importantes y esta calculado que la barrera de protección debe estar calculada a más de 30 cm. La protección del público esta calculada para las áreas controladas circundantes, puertas y ventanas exteriores. Y si se tienen varios aparatos debe calcularse individualmente y sumase por tanto el espesor del blindaje será mayor.

Si la instalación del área radiológica colinda con oficinas, casas habitación, comercios o algún otro sitio donde permanezcan personas al tiempo de trabajo del área radiológica, el blindaje debe calcularse para un equivalente de dosis efectivo que no exceda 5 mSv/año, y se consideran otros tipos de protección (ALARA).

Diversos materiales componen el blindaje del área de radiodiagnósticos, estos pueden ser desde lámina de plomo, concreto normal, concreto baritado hasta tabique, hormigón u otros; siempre y cuando este garantizado y debidamente documentado, el espesor equivalente de plomo del material utilizado debe corresponder al indicado en los cálculos aprobados por la Secretaría de Salud.

El hormigón de alta densidad es una mezcla de uno o más conglomerantes, generalmente cemento, con áridos como grava, gravilla y arena mas agua y, eventualmente, aditivos y adiciones. Los hormigones convencionales tienen una densidad aproximada de entre 2200 y 2500 kg/m<sup>3</sup>. Se denomina hormigón de alta densidad, u hormigón pesado, a aquellos hormigones con una densidad superior a la habitual. Estos hormigones, capaces de alcanzar densidades de más de 6000 kg/m<sup>3</sup>, están fabricados con áridos de densidades superiores a los habituales (normalmente barita, magnetita, hematita...) El hormigón pesado blindo estructuras y las protege frente a la radiación, es utilizado en centrales nucleares, salas de radiología de hospitales, aceleradores de partículas, etc.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>



Las dimensiones estructurales del área de radiodiagnóstico y el acceso están determinadas por el fabricante del equipo, donde se especifica que el haz de rayos X no deberá estar dirigido hacia las puertas ventanas y la mesa de control; en esta última el paciente es observado en todo momento y esta en comunicación directa desde la mesa de control a través de una ventana plomada o un circuito cerrado de televisión.

El dispositivo de luz encendida esta indicado en el exterior del área de radiodiagnóstico, para persuadir que hay una exposición en curso; además de un letrero con simbología internacional de radiación ionizante. "RADIACIONES-ZONA CONTROLADA". La leyenda: "EN ESTA SALA SOLAMENTE PUEDE PERMANECER UN PACIENTE A LA VEZ", se encontrará colocada en el interior del área y visible. Para el POE y para pacientes la instalación debe contar con dispositivos de protección. Las puertas de acceso a la sala de rayos X, deben permanecer cerradas durante el estudio radiológico., tanto la de entrada principal como las de los vestidores,

#### 4. TIEMPOS DE EXPOSICIÓN.

En la práctica odontológica se prescriben ciertos estudios radiológicos, como las radiografías de aleta mordible, periapicales, ortopantográficas, oclusales y las faciales extraorales, y otras que coadyuvan en el diagnóstico de la patología oral y otras alteraciones, como la tomografía axial computarizada (TAC) o la resonancia magnética (RM), que deben ser prescritas en número y en espacio de tiempo para limitar al máximo la radiación ionizante en el paciente pediátrico y por ende en el operador. En el cuadro 1, se describen las pautas para la prescripción de radiografías dentales en niños.



fig.17 Dispositivo controlador de radiación<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fuente directa.

Cuadro 1.<sup>2</sup>

PAUTAS PARA LA PRESCRIPCIÓN DE RADIOGRAFÍAS		
PACIENTE	NIÑO	ADOLESCENTE
PACIENTES NUEVOS		
A todos los pacientes nuevos para valorar la patología y también el crecimiento y el desarrollo	En dentición primaria: radiografías de mordida para comprobar los contactos cerrados entre los dientes posteriores. Placa panorámica para valorar otras patologías o el crecimiento y desarrollo. En dentición mixta: radiografías de mordida y exploraciones individualizadas como una placa panorámica para valorar el desarrollo y la erupción de los dientes permanentes.	Exploraciones radiológicas individualizadas con placas de mordida y panorámica.
PACIENTES ANTIGUOS		
Sin caries clínica y riesgo reducido	En dentición primaria: si se pueden visualizar o sondear los contactos, puede que no se precisen radiografías de mordida; en caso contrario, radiografías de mordida cada 12-24 meses. En dentición mixta: un juego de radiografías de mordida una vez que erupcionen los primeros molares permanentes.	Radiografías de mordida cada 18-36 meses tras la erupción de los segundos molares permanentes hasta los 20 años de edad.
Caries clínica o de riesgo elevado de alteración	Radiografías de mordida a intervalos de 6-12 meses o hasta que no se detecten nuevas caries en un plazo de 12 meses.	
Crecimiento y desarrollo	En dentición primaria: Normalmente no se necesitan. En dentición mixta: exploración individualizada, basándose en la presencia de anomalías o patologías con placas periapicales o panorámicas.	Placas panorámicas o periapicales para valorar la posición de los terceros molares y otras consideraciones ortodóncicas

Los tiempos de exposición se fundamentan en los segundos en el que el haz de rayos X sale del tubo o cabezal y traspasa los tejidos para dejar una imagen lo más nítida posible en la emulsión de la radiografía, también es contado en pulsos. Existen aparatos en los que ya vienen determinados ciertos valores de pulso por segundo y otros en donde el operador debe ajustarlos o mixtos.

<sup>2</sup> Cameron A. SIC pag.17



A continuación se determinan valores aproximados de tiempos de exposición en niños en técnicas periapicales y oclusales de un aparato de radiodiagnóstico común en el consultorio dental. (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Dientes	Superiores	Inferiores
Centrales	0.320 seg.	0.250 seg.
Canino	0.400 seg.	0.320 seg.
Premolares	0.400 seg.	0.320 seg.
Molares	0.500 seg.	0.400 seg.
Oclusal	0.610 seg.	0.630 seg.

La dosis de radiación X tiene que ser la mas razonablemente reducida posible para el personal que labora en el consultorio dental y los que eventualmente estén en el, como los acompañantes, o las personas que laboran en forma anexa al consultorio. Para el POE según la norma oficial mexicana, el límite equivalente de dosis anual efectiva para los efectos estocásticos es de 500 mSv (50rem) y para el cristalino de 150 mSv (15 rem). En las mujeres embarazadas ocupacionalmente expuestas, establece que la dosis recibida anual mayor de 15 mSv (1.5 rem), sea muy baja con irradiación uniforme distribuida. Según la norma, ninguna persona menor de 18 años puede formar parte del POE.



fig. 18



fig. 19

fig. 18 y fig. 19 Parámetros digitales en un aparato de Rx dental<sup>3</sup>

Para la gente que no pertenece al POE, público en general o individuos mas expuestos no sometidos a estudio radiológico, la dosis anual para efectos estocásticos, se establece en un equivalente de 5 mSv (0.5 rem) a 50 mSv (5 rem).

El examen de la Dosis de entrada en la superficie por radiografía para una AP es de 10 mGy, en una dental periapical es de 7 mGy, en aire con retrodispersión. Estos valores son aplicables a una combinación película-pantalla convencional con velocidad relativa de 200. Para combinaciones película-pantalla de alta velocidad (400-600).

<sup>3</sup> Fuente directa.

La distancia foco piel (FSD) marca un factor importante en el nivel de absorción de la radiación y el tipo de receptor de imagen. En últimos estudios con aparatos anteriores a equipos actuales con distancia foco piel de 10 cm la dosis fue de 5,3 mGy; con 20 cm de FSD el valor fue de 4.1 mGy con película tipo D y 3,4 mGy para películas E/F y 1.2 mGy para receptores de imagen digital, con FSD de 30 cm los valores fueron de 2.1 mGy con películas tipo D, 1.8 mGy para tipo E/F y 0.6 mGy para receptor de imagen digital. Teniendo en cuenta la calidad de imagen que se genera a través de la distancia foco piel lo que redundará en la reducción de la dosis de radiación en el paciente. <sup>4</sup>

Otros estudios suponen que 500 radiografías panorámicas por año realizadas por un odontólogo a una distancia de 1 metro del aparato, el o ella recibirá una dosis efectiva anual entre 5 mSv y 15 mSv para la glándula tiroides y entre 5 mSv y 40 mSv para las gónadas, esto en función del tipo de unidad panorámica. La configuración osciló entre 64 kv y 74 kv con tiempos de exposición entre 8.2 seg. Y 19 seg. Con mA de entre 4 y 7. Como vemos la radiación difusa se dispersa alrededor de las unidades, entre más distancia se tenga es posible disminuir la radiación dispersa se puede disminuir hasta en un 75 %.<sup>5</sup>

En otro estudio realizado en suiza en 1998, determinó a través de una encuesta a la población odontológica que las técnicas periapical, de mordida y panorámica fueron las más frecuentes en ese año, 581 por cada 1000 habitantes, la dosis colectiva fue de 71 Sv, promedio anual de dosis efectiva para la población de 10 mSv. Similares a otros países con el mismo nivel de

---

<sup>4</sup> L González and J Moro. "Patient radiation dose management in dental facilities according to the X-ray focal distance and the image receptor type". Dentomaxillofacial Radiology 2007.

<sup>5</sup> F Gijbels, R Jacobs, D Debaveye, R Bogaerts, S Verlinden and G Sanderink "Dosimetry of digital panoramic imaging. Part II: occupational exposure" Dentomaxillofacial Radiology (2005) 34, 150-153© 2005.



atención, tomando en cuenta diversos tipos de aparatos y una distribución por edad; destaca la recomendación para la reducción de la dosis el uso de colimadores rectangulares de alta sensibilidad y velocidad de películas F y en definitivo evitar la radiación innecesaria.<sup>6</sup>

La norma oficial mexicana NOM-229-SSA1-2002, publicada el Viernes 15 de septiembre de 2006 DIARIO OFICIAL (Primera Sección) 33 y cuya aplicación corresponde a la secretaria de salud; en su contenido establece la regulación de la salud ambiental, requisitos técnicos para las instalaciones, especificaciones técnicas para los equipos, las responsabilidades sanitarias y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X , los límites de dosis, la protección del personal ocupacionalmente expuesto (POE), del paciente y del público, refiere que no existe concordancia internacional en sus normas y estableció una vigencia con carácter obligatorio el día siguiente de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

La presente Norma Oficial Mexicana entró en vigor el día 27 de julio de 2006 en México, D.F., a través del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario; Presidente Juan Antonio García Villa.

Por otra parte, esta norma hace una extensiva a lo que respecta a la radiación dental, donde refiere muy poco sobre la radiografía periapical y la radiografía panorámica, aunque sintetiza los criterios normativos las responsabilidades sanitarias y generales.

---

<sup>6</sup> A Aroua, I Buchillier-Decka, K Dula, Y Nedjadi, M Perrier, J-P Vader and J-F Valley. "Radiation exposure in dental radiology: a 1998 nationwide survey in Switzerland" Dentomaxillofacial Radiology (2004) 33, 71-82© 2004



En la elaboración del presente proyecto de Norma Oficial Mexicana, participaron dependencias del Ejecutivo Federal, Instituciones y representantes del sector privado y público. Entre las cuales se encuentra la Universidad Nacional Autónoma de México.

Su objetivo es establecer los requisitos sanitarios, criterios y requisitos de protección radiológica que deben cumplir los Titulares, Responsables, Asesores Especializados en Seguridad Radiológica y establecimientos para diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (rayos X) para su aplicación en seres humanos. Establece los criterios de diseño, construcción y conservación de las instalaciones fijas y móviles, los requisitos técnicos para la adquisición y vigilancia del funcionamiento de los equipos de diagnóstico médico con rayos X.

Es de observancia obligatoria en el Territorio Nacional en unidades fijas o móviles, quedando incluidos los estudios panorámicos dentales y las aplicaciones odontológicas periapicales.

Hablar en este trabajo sobre todos los puntos a los que refiere la norma es extenso; es preciso mencionar los puntos normativos más relevantes en los que se basa y en los que coincide con el manejo de la radiación X en el consultorio dental.

La normativa se basa mas que nada en los puntos de las responsabilidades sanitarias para las instalaciones de los aparatos de radiodiagnóstico, entre los cuales se menciona a la panorámica dental, en cuyos puntos establecen que se deben cumplir con los ordenamientos legales del diseño construcción y operación a efecto de proteger al público y al personal ocupacionalmente expuesto, así como para alcanzar los objetivos



de protección al paciente y de garantía de calidad. Por otro lado establece los lineamientos del diseño de blindajes y dispositivos de protección. En el punto 17. Habla de la Protección del paciente y el operador (POE) que incluye al médico radiólogo, el técnico radiólogo, médicos especialistas, enfermeras y demás participantes.

En específico incluye el cefalostato y el sistema de radiografía panorámica dental en los puntos 9.1.5 y 14, no hace referencia al manejo del aparato de rayos X dental en la aplicación de diagnóstico periapical solo menciona en la tabla de examen-dosis de entrada en superficie por radiografía que (mGy) en donde menciona que la Dental Periapical es de 7.

## CONCLUSIONES.

El cirujano dentista en especial el odontopediatra debe tener conocimiento de que las radiaciones X con las que se labora cotidianamente son ionizantes y causan un efecto acumulativo en el organismo del paciente menor edad y de el mismo aunque no sea riesgoso.

La radiación X dental no es capaz de desencadenar un conjunto de síntomas, aunque son acumulativas por la dosificación pequeña, no se deben menos preciar, debido al aumento de la consulta dental.

La radiación dental no representa un peligro real para el producto durante el embarazo pero hay que proteger a la madre y evitar radiar y posponer el estudio radiológico que no sea de urgencia. Las sobrecargas originadas por radiografías odontológicas nunca podrán ser mortales pero pueden causar alteraciones celulares irreversibles en el feto, en la primera etapa del embarazo.

La radiación dental a diferencia de otros estudios de radiodiagnóstico médico, no produce consecuencias importantes en el paciente infante, las dosis comparativas entre cada estudio son mucho menores.

Para evitar la exposición a rayos X en el paciente con cáncer es importante establecer una ruta clínica, en donde el tratamiento dental con estudios radiológicos tendrá que realizarse en la etapa prerradiactiva, es decir, antes de la radioterapia.



---

Hoy en día se puede conseguir una reducción de la dosis, por lo menos en un 30 %, con la ayuda de los modernos aparatos y las combinaciones de películas y pantallas.

El POE es el más expuesto a la radiación además de la personas que laboran junto a la instalación del consultorio, por eso es importante utilizar los medios de protección, aditamentos que ayudarán a absorber la mayor cantidad de radiación dispersa y el kerma.





## BIBLIOGRAFÍA.

- A Aroua, I Buchillier-Decka, K Dula, Y Nedjadi, M Perrier, J-P Vader and J-F Valley. "Radiation exposure in dental radiology: a 1998 nationwide survey in Switzerland" *Dentomaxillofacial Radiology* (2004) 33, 71-82© 2004 British Institute of Radiology.
- A. Ekestubbe, A. Thilander-Klang, A. Lith and H-G Gröndahl "Effective and organ doses from scanography and zonography: a comparison with periapical radiography" *Dentomaxillofacial Radiology* (2004) 33, 87-92© 2004 British Institute of Radiology.
- Barbiera Leache Elena. Odontopediatría. Ed. Masson 2da. Edición 2002, 432 pp.
- Boj, J. R., Catalá M., García Ballesta C. Odontopediatría. Ed. Masson. Cap. 41, 515 pp.
- Cardenal, L. Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas. Ed. Salvat editores. Barcelona quinta edición 1954. 1378 pp.
- Castellanos Suárez, José Luis. Medicina en Odontología. Manejo de pacientes con enfermedades sistémicas. Ed. El manual moderno 2da. Edición 2002, 481 pp.
- Chávez Lefranc, María Alejandra. La seguridad del paciente y el cirujano dentista en el uso de rayos X. Tesis 1983. Facultad de Odontología UNAM. 93 pp.



Donado Rodríguez, Manuel. Cirugía bucal. Patología y técnica. Ed. Masson. 2da. Edición 2002. cap. 2 tot., 679 pp.

Edelys Raimundo Padrón , Jiménez Arrechea José A. Utilización de las radiografías en los tratamientos de endodoncia en la embarazada. *Revista Cubana de Estomatología* v.37 n.2 Ciudad de La Habana Mayo-ago. 2000.

F Gijbels, R Jacobs, D Debaveye, R Bogaerts, S Verlinden and G Sanderink “Dosimetry of digital panoramic imaging. Part II: occupational exposure” *Dentomaxillofacial Radiology* (2005) 34, 150-153© 2005 British Institute of Radiology

Figueiredo Walter, Ferelle A., Issao Myaki. Odontología para el bebé. Ed. AMOLCA 2000, 246 pp.

Freitas de Aguinaldo. Radiología odontológica. Ed. Artes Médicas 2002, 773 pp.

Friedrich Pasler Antón. Radiología Odontológica. Ed. Masson-Salvat. 2da edición, 1991. 404 pp.

G Kaeppler, K Dietz, K Herz and S Reinert. “Factors influencing the absorbed dose in intraoral radiography”. *Dentomaxillofacial Radiology* (2007) 36, 506-513 © 2007 British Institute of Radiology.

Gonzalez L, Moro J. Patient radiation dose management in dental facilities according to the X-ray focal distance and the image receptor type *Dentomaxillofacial Radiology* (2007) 36, 282-284 © 2007 British Institute of Radiology



Guedes Pinto, Antonio Carlos. Rehabilitación Bucal en Odontopediatría, Atención Integral. Ed. AMOLCA. Primera edición 2003. 320 pp.

Haring-Lind. Radiología dental. Principios y técnicas. Ed. Mc Graw-Hill. 2da. Edición 2002, 615 pp.

<http://images.google.com.mx/images?q=gl%C3%A1ndula+timo&gbv=2&hl=es&start=20&sa=N&ndsp=20>

Koch Göran. Odontopediatría, enfoque clínico. Ed. Panamericana. Argentina 1994. 288 pp.

L González and J Moro. "Patient radiation dose management in dental facilities according to the X-ray focal distance and the image receptor type". *Dentomaxillofacial Radiology* July 1 (2007) 36(5), 282-284. © 2007 British Institute of Radiology.

McDonal Ralph, E & Avery David, R. Odontología Pediátrica y del Adolescente. Ed. Panamericana 5° edición Buenos Aires 1990. 848 pp.

Payton, H. G. Radiología bucal. Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. 1992, 415 pp.

R Jacobs, M Vanderstappen, R Bogaerts and F Gijbels. "Attitude of the Belgian dentist population towards radiation protection" *Dentomaxillofacial Radiology* (2004) 33, 334-339© 2004 British Institute of Radiology.



---

Van Waes Hubertus J. M., Stöckli, Paul W. Atlas de Odontología Pediátrica.  
Ed. Masson. Barcelona, España 2002. 388 pp.

Vega Fernández, Adriana Constanza de la. Efectos de los RX sobre el  
dentista. Tesis año 1992. Facultad de Odontología UNAM. 87 pp.

White, Stuart C. Radiología Oral. Principios e interpretación. Ed. Elsevier  
Science. Madrid 2002, 4ta. Edición, 657 pp.

Y. Tsuji, K. Araki, A. Endo and T. Okano. "Scatter radiation in cephalometric  
radiography: the effects of grid and collimation". *Dentomaxillofacial  
Radiology* (2006) 35, 278-282. © 2006 British Institute of Radiology.



## GLOSARIO

ALARA.- Acrónimo de su nombre en inglés (As Low As Reasonably Achievable) traducido al español como tan bajo como razonablemente sea posible, filosofía de la seguridad radiológica, donde la dosis de radiación a las personas debe mantenerse tan baja como sea posible y sin perjuicio de la calidad de la imagen.

Barrera primaria.- Blindaje de la instalación sobre el cual incide, el haz de radiación útil producido por el equipo de rayos X durante el tiempo de exposición.

Barrera secundaria.- Blindaje de la instalación sobre el cual nunca incide directamente el haz útil producido por el equipo de rayos X, sino sólo la radiación de fuga y la radiación dispersa.

Blindaje.- Material empleado para atenuar la intensidad de las radiaciones ionizantes al interponerse en su trayectoria.

Campo de rayos X (campo de radiación).- Área definida por la intersección del haz útil de radiación y el plano, perpendicular al eje del haz, donde se encuentra el punto de interés para la medición o estudio a realizar.

Colimador.- Sistema de apertura variable para limitación del haz útil. La limitación del haz que tiene la capacidad de ajustar el tamaño del haz útil de rayos X a una DFI determinada.

Contraste: es la diferencia gradual en la densidad de una radiografía en distintas áreas, influido por el kv.



Coraza.- Cubierta metálica que contiene al tubo de rayos X. Esta incluye los transformadores de alto voltaje o del filamento y otros elementos apropiados cuando éstos están contenidos en la coraza.

D: Dosis Absorbida.

DFI: Distancia foco-receptor.

Densidad: es la intensidad del oscurecimiento en la película tratada

Densidad óptica de transmisión.- Magnitud que proporciona una medida del grado de oscurecimiento de una película radiográfica después de haber sido expuesta y procesada. Está definida por la ecuación:  $DO = \log (Bo/B)$ , donde  $Bo$  es la intensidad de la luz que incide sobre la película, y  $B$  es la intensidad de la luz que se transmite a través de la película.

Distancia foco-piel (FSD): Distancia foco-piel Distancia que existe entre el foco y la entrada a la piel del paciente medida sobre el eje principal del haz.

Distancia foco-receptor de imagen.- Distancia que existe entre el foco y el centro de la superficie de entrada del receptor de imagen.

Dosis absorbida.- Energía depositada por la radiación ionizante en la unidad de masa de un determinado material, medida en un punto específico. Matemáticamente se expresa como el cociente de  $d\dot{a}$  entre  $dm$ , donde  $d\dot{a}$  es la energía promedio depositada en una masa  $dm$ .

$$D = d\dot{a} - dm$$

La unidad de dosis absorbida es el gray (Gy) y corresponde a  $1 \text{ Jkg}^{-1}$ .



Dosis de entrada en superficie.- Valor de la dosis absorbida en aire, con retrodispersión, medido al centro del haz útil y en la superficie de entrada del paciente sometido a diagnóstico médico con rayos X.

Dosis umbral.- Valor de la dosis por debajo del cual se considera que no se manifestará un efecto determinista específico (no estocástico).

Efectos deterministas.- Efectos biológicos de la radiación que se presentan sólo cuando se rebasa la dosis umbral específica para ese efecto y cuya severidad es función de la dosis absorbida.

Efecto estocástico.- Efecto biológico de la radiación para lo cual no existe una dosis umbral, sino que la probabilidad de que se produzca, en función de la dosis absorbida y cuya severidad es independiente de la dosis.

Eje principal del haz.- Línea que parte del foco hasta el centro del campo de rayos X.

Equipo de rayos X.- Dispositivo generador de rayos X destinado a realizar estudios de diagnóstico médico. Este puede ser fijo, diseñado para permanecer dentro de una sala o cuarto destinado específicamente para realizar dichos estudios, o móvil diseñado para poder transportarse, manualmente o por medios motorizados a las diferentes áreas donde sean requeridos dichos estudios dentro de una misma instalación.

Equivalente de dosis.- Cantidad que resulta del producto DQN, donde D es la dosis absorbida en Gy, Q es el factor de calidad y N es el producto de todos los demás factores modificantes, tomándose por ahora un valor para N igual



a la unidad. El nombre especial para la unidad de equivalente de dosis es elsievert (Sv).

$$H = D Q N$$

Equivalente de dosis efectivo.- Suma ponderada de los equivalentes de dosis para los diferentes tejidos del cuerpo humano HT, tanto por irradiación externa como por incorporación de radionúclidos. Se define como:

$$H_E = \sum T W_T H_T$$

donde WT son los factores de ponderación por tejido

Exposición.- Acción y efecto de someter a un individuo a los rayos X. Cociente de  $dQ$  entre  $dm$ , donde  $dQ$  es el valor absoluto de la carga total de los iones de un solo signo producidos en aire cuando todos los electrones (negatrones y positrones) liberados por los fotones en un elemento de volumen de aire que tiene masa  $dm$  son completamente frenados en el aire. La unidad de exposición es  $C\ kg^{-1}$  y se expresa como:

$$dQ X = dm$$

medida de ionización en el aire producida por los rayos X y la unidad tradicional para la exposición de los rayos X es el roentgen (R)

Exposición médica.- La recibida por los pacientes con motivo de su propio diagnóstico o tratamiento médico, o por personas que los ayudan voluntariamente y no son ocupacionalmente expuestas.





Exposición ocupacional.- La recibida por el personal ocupacionalmente expuesto durante su trabajo y con motivo del mismo.

Equivalente en aluminio.- Espesor de aluminio (aleación tipo 1100) que proporciona la misma atenuación, bajo condiciones específicas, que el material bajo estudio. (Aluminio 1100: La composición química nominal de esta aleación es: 99% mínimo de aluminio y 0.12% de cobre).

Espesor equivalente.- Espesor de un material de referencia que proporciona la misma atenuación que el espesor del material de interés. En el caso de rayos X depende de la tensión aplicada al tubo.

Establecimiento.- Local en el que se use un sistema de rayos X de manera que provoque la irradiación de alguna parte del cuerpo humano, con fines de diagnóstico médico.

Factor de calidad.- Factor adimensional por el que se multiplica la dosis absorbida debida a cada tipo de radiación, para considerar el riesgo relativo para la salud por ese tipo de radiación. Para los rayos X de todas las energías el factor es 1.

Factor de ocupación.- Fracción de tiempo que las personas (ocupacionalmente expuestas o del público) permanecen en las áreas que deben protegerse de la radiación, respecto al tiempo total de uso del equipo, en el contexto del cálculo de blindajes.

Factor de ponderación por tejido.- Factor adimensional por el que se multiplica la dosis equivalente recibida por un órgano o tejido para considerar su sensibilidad específica respecto a los efectos estocásticos de la radiación.



Foco.- Punto focal del tubo de rayos X.

Generador de alta tensión.- Circuito que transforma la energía eléctrica proporcionada por la alimentación de la consola de control en la tensión de operación del tubo. Este instrumento puede incluir los medios usados para transformar la corriente alterna en corriente directa, los transformadores del filamento del tubo de rayos X, interruptores de alto voltaje, circuitos de protección eléctrica y otros elementos anexos.

H: Equivalente de dosis

Haz útil.- Radiación ionizante proveniente del tubo de rayos X, que sale por la ventana de la coraza, a traviesa la filtración y es colimado por los dispositivos pertinentes, para obtener la imagen de interés clínico.

HE: Equivalente de dosis efectivo

Imagen radiográfica.- Representación de una o varias estructuras producida por la atenuación que experimenta un haz de rayos X al incidir sobre un paciente.

Ionización: es la producción de iones, o el proceso de convertir un átomo en ion.

Jkg-1: Joule por kilogramo a la menos uno

kV: Tensión en el tubo



Longitud de onda. Distancia entre una cresta de una onda y la cresta de la siguiente.

Micrognatia: pequeñez anormal congénita del maxilar inferior.

mGy: miligray

Nitidez: es la capacidad que tiene una película para reproducir la silueta de un objeto dependiendo del tamaño de los gránulos de la emulsión

Paciente.- Individuo en turno que está siendo objeto del estudio de diagnóstico médico con rayos X.

POE.- Personal ocupacionalmente expuesto. Persona que en el ejercicio y con motivo de su ocupación está expuesta a la radiación ionizante. Quedan excluidos los trabajadores que ocasionalmente en el curso de su trabajo puedan estar expuestos a este tipo de radiación de diagnóstico médico con rayos X, por encontrarse en las inmediaciones de las instalaciones.

Punto focal efectivo.- Área cuya normal coincide con el eje principal y que resulta de proyectar el área perteneciente al ánodo donde incide el haz de electrones, que viaja a través del tubo de rayos X.

Q: Factor de Calidad

Radiación: es la emisión y propagación de energía a través del espacio o una sustancia en forma de ondas o partículas.



Radiación ionizante.- Radiación electromagnética o corpuscular capaz de producir iones, en forma directa o indirecta, al interactuar con la materia.

Radiación de fuga.- Radiación generada en el tubo de rayos X y que atraviesa la coraza del mismo, exceptuando el haz útil.

Radiación dispersa.- Fracción del haz útil cuya dirección y energía han sido modificadas al interactuar con la materia. En diagnóstico médico con rayos X se considera al paciente como el principal dispersor de la radiación del haz útil.

Radiografía.- Técnica del diagnóstico médico que produce una imagen de las estructuras del cuerpo sobre un receptor de imagen sensible a los rayos X transmitidos a través del paciente.

Rayos X. vibraciones electromagnéticas ionizantes de alta energía, descritas como fotones, estas vibraciones son originadas o producidas por la incidencia de electrones acelerados con alta velocidad sobre un cuerpo diana sólido para ser frenados en forma repentina.

Receptor de imagen.- Dispositivo donde se reciben los rayos X que atravesaron al paciente, para formar la imagen de las estructuras de interés diagnóstico, mediante un proceso físico, químico o electrónico.

Retrognatia: posición de la mandíbula por detrás del plano de la frente.

Sistema de imagen.- Conjunto formado por los elementos que reciben la porción del haz útil transmitida a través del paciente para la formación de la imagen (en película o en pantalla fluorescente).



---

Ortopantomógrafo.- Conjunto de componentes diseñado para realizar una exposición panorámica controlada de rayos X de la región maxilar y sus ramas ascendentes, incluyendo la articulación temporo-maxilar.

Tensión en el tubo.- Valor máximo de la diferencia de potencial que se establece a través del tubo de rayos X durante una exposición.



“ Por mi raza hablará el espíritu ”