

INTRODUCCION

El tema que hemos elegido para esta tesis se refiere a la nocividad de las radiaciones secundaria y dispersa, las cuales a nuestro criterio son de especial atención por el daño que representan para la salud tanto del profesional operador, como del paciente, e incluso la de nuestros descendientes por el solo hecho de que los efectos nocivos de los Rayos X, son de carácter acumulativo.

El propósito de este trabajo estriba en demostrar, o más propiamente, detectar la presencia de estas radiaciones en equipos que se encuentran al servicio de la población de nuestra capital, por el mero hecho de pretender precautelar la salud de la población en general.

Creemos que este trabajo es de vital importancia no sólo a nivel local puesto que como se verá en el trabajo presentado, también nos referiremos a las radiaciones que el hombre recibe de un sin número de fuentes naturales y artificiales; entre estas fuentes presentamos a la radiación cósmica, los aparatos productores de Rayos X, las fuentes radioactivas creadas con fines benéficos y finalmente las radiaciones que recibe el hombre de explosiones atómicas que indudablemente van en desmedro de su integridad física.

Finalmente queremos destacar las dificultades que hemos tenido en la elaboración de este trabajo por no contar en nuestro medio con los elementos indispensables para poder hacer un trabajo más profundo y exacto.

HISTORIA

El hombre desde los albores de su aparición, se caracterizó por ser un incesante investigador y observador. Esta su natural curiosidad lo ha llevado hasta los niveles técnicos y científicos que vivimos en nuestros días; y son precisamente los Rayos X, uno de los adelantos científicos que tantas satisfacciones han dado en la medicina, la industria, entregando por otro lado grandes aportes a la cultura en general.

La producción de los Rayos X, se remonta al siglo XVIII, cuando nacieron las ciencias del magnetismo y de la electricidad, WILHELM KONRAD ROENTGEN, padre de los Rayos X, profesor de la Universidad WURZBURG (Alemania) experimentando con un tubo de rayos catódicos, cubierto con una cartulina negra, observó accidentalmente la fluorescencia de cristales de platino cianuro o cianato de bario de una pantalla que se encontraba a cierta distancia de su tubo de Crookes-Hittorff en actividad. Röntgen, comprendió la importancia de su observación y la investigó a fondo, encontrando que este fenómeno era debido a rayos invisibles desconocidos que los denominó, por eso mismo, "Rayos X", luego estableció la mayoría de sus propiedades y comunicó sus observaciones en diciembre de 1.895.

Muchos comprendieron la importancia de este fenómeno, especialmente como coadyuvante del diagnóstico clínico, entre ellos se cita a Walcott, a quien se atribuye la primera radiografía de dientes y maxilares en 1.896.

Esta primera fuente de Rayos X, fue el tubo gaseoso que poseía un cátodo frío. Posteriormente ^{se fueron creando} en 1.913, W.D. Coolidge, ingeniero de la General Electric,

ideó el tubo termo eléctrico o de cátodo incandescente, aparato que se utiliza hasta nuestros días en nuestra carrera, pero ya con grandes modificaciones que dan mayor seguridad a los equipos.

Entre estos tubos modificados, tenemos al tubo de ánodo giratorio, el tubo de acción de grilla, que es un tubo de reducidas dimensiones. Posteriormente fueron creados aparatos más complejos como ser el panorex y el Orthopantomograph, para la toma de radiografías panorámicas.

II

RADIACION NATURAL

Desde su aparición, el hombre se halla expuesto a radiaciones de tipo natural, o sea que no son producidas por él; estas radiaciones son de poca intensidad y son conocidas con el nombre de "Radiaciones de Fondo".

La primera evidencia de radioactividad natural, fue proporcionada por Henry Becquerel en 1.896, quien demostró que el mineral de Uranio podía velar la placa fotográfica cubierta con papel opaco, en igual forma que los rayos X, a este fenómeno le dio el nombre de radiación natural.

Las fuentes naturales de radiación para mejor estudio, se clasifican en dos categorías principales:

- a) Aquellas que se encuentran en su medio ambiente natural u original.
- b) Aquellas que no se hallan en su medio ambiente natural, o sea que el hombre las ha trasladado a su medio.

Dentro de las radiaciones correspondientes al ambiente natural, se citan a la radiación cósmica y a la radiación terrestre. Los rayos cósmicos primarios están constituidos por protones de elevada energía, iones pesados y núcleos de Helio, provenientes de la estratósfera; estos al chocar en pequeña escala en la atmósfera terrestre, producen radiaciones secundarias que están constituidas por fotones, electrones, mesones, y neutrones, los que provocan dosis continuas de radiaciones a los seres terrestres.

"Estas radiaciones tienen distinta intensidad de acuerdo a la latitud y la altura; aproximadamente es menor en un diez por ciento en el Ecuador geomagnético que en latitudes mayores de cuarenta y cinco grados,

y de acuerdo a la altura es cien veces mayor la radiación a una altura aproximada de cinco mil metros que a nivel del mar".

(1).

Tarija, por encontrarse a mil novecientos cincuenta metros sobre el nivel del mar, recibe aproximadamente 65 m Rad/año, según tabla de la O.M.S. (Fig Nº 1).

La radiación cósmica llega a ser el veinticinco por ciento de la dosis total de radiación natural que recibe el hombre.

La humanidad recibe también radiaciones de varios elementos que componen la corteza terrestre. Entre estos elementos, podemos citar a aquellos que contribuyen en mayor medida a la "Radiación de Fondo", y ellos son el Carbono Catorce; el Potasio Cuarenta, y elementos de las series del Uranio doscientos treinta y ocho y el Torio doscientos treinta y dos.

"Kauffmann, ha demostrado que en las costas de Travencore, en la India, la población que habita esta zona, recibe más de un Rad por año debido a la presencia de Torio en esa zona". (2).

De las radiaciones que recibe el hombre de un ambiente artificial, mencionaremos aquellas que él mismo ha creado concentrando materiales radiactivos en unas y diluyendo su concentración en otras. Como ejemplo de la concentración, tenemos la extracción y refinación del Uranio, que trae como consecuencia, por medio de sus desechos la descarga radiactiva en el aire y el agua. Estas están consideradas como radiaciones naturales que recibe la población.

(1) Oficina Sanitaria Panamericana y OMS. - Washington D.C. 20037 (Manual del Curso Básico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes; Página 215.

(2) Recaredo A. Gómez Mattaldi; Radiología Odontológica (Ed. Mundi Buenos Aires 1968) Pag.31.

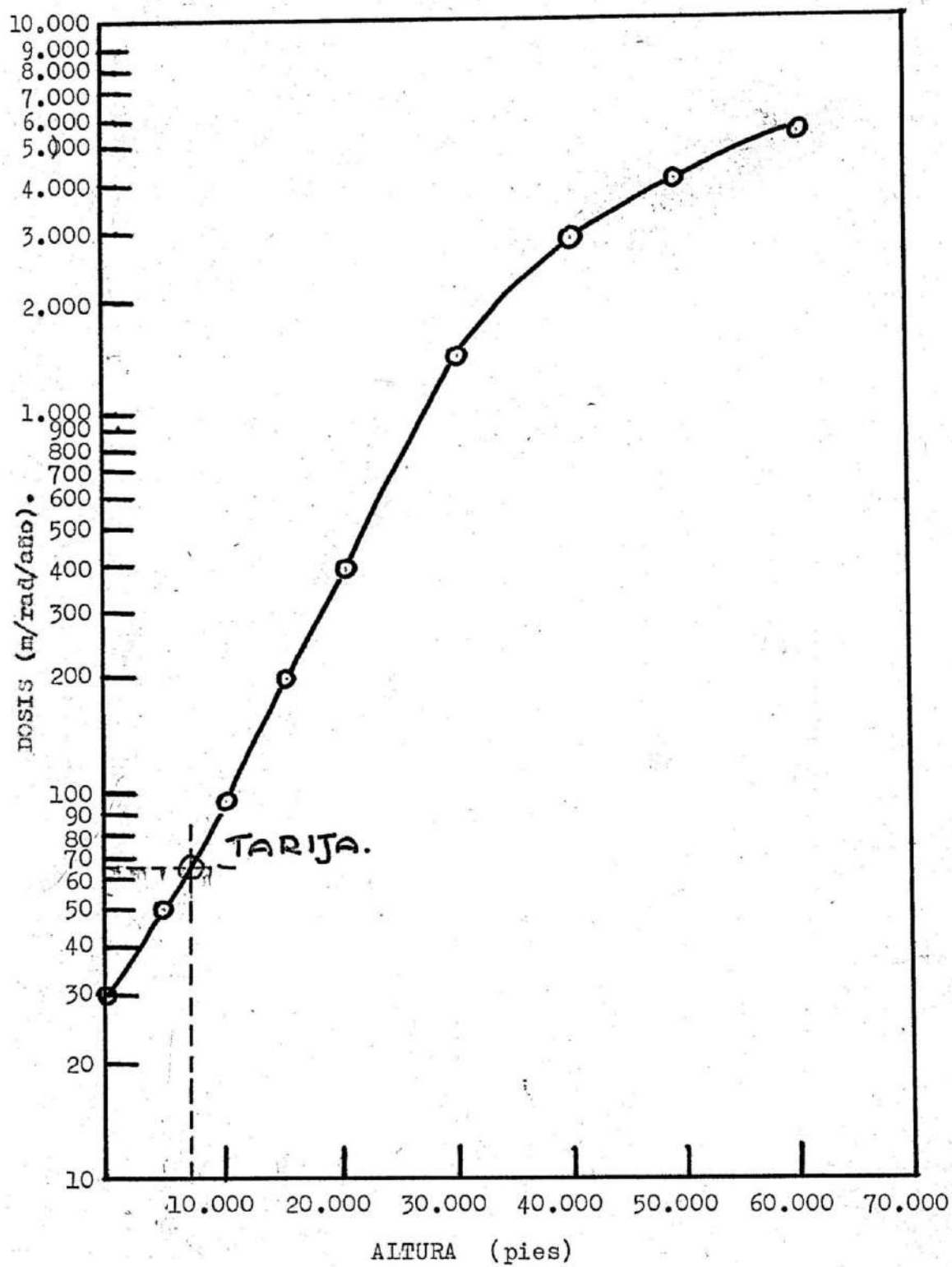


Figura 1

También muchos de los materiales que el hombre emplea en la construcción de edificios, contienen Uranio doscientos treinta y ocho y Torio doscientos treinta y dos, provenientes de la superficie terrestre, en este caso, la intensidad de radiación que reciba el hombre depende del tipo de construcción que habite; siendo en escala mayor a menor el concreto, el ladrillo y la madera.

III

PRODUCCION ARTIFICIAL DE LOS RAYOS X

Después de habernos referido a las radiaciones naturales que recibe el hombre durante el transcurso de su vida, también deseamos referirnos a las radiaciones producidas por él con propósitos médicos de diagnóstico y tratamiento que en nuestra carrera son de vital importancia en la totalidad de las especialidades, como ser: Cirugía, Endodoncia, Parodoncia, etcétera.

En este capítulo, vamos a referirnos al mecanismo de producción de los Rayos X con el solo propósito de que tengamos una visión clara sobre la producción de éstos, para luego entrar en detalles en los riesgos que corre el profesional radiólogo, tanto por los rayos en sí, como con los elementos que debe operar, como ser la corriente eléctrica.

En el capítulo referente a la historia de los Rayos X, nos referimos ya a los tipos de aparatos que producen Rayos X, de los cuales haremos una descripción a groso modo solamente del tipo de aparato que más usamos en Odontología, nos referimos al tubo Coolidge, nombre que lleva en homenaje a su inventor. Dijimos a groso modo, por el hecho de que la intención de este trabajo no es entrar en detalles de su producción, sino más bien, de los efectos nocivos que producen las radiaciones ionizantes y más que todo los Rayos X.

Para el estudio de este aparato es imprescindible tener conocimientos básicos sobre los fundamentos físicos, que como dijimos anteriormente, están basados en su funcionamiento que es puramente eléctrico, y como consecuencia, entraremos en la definición de lo que es la electricidad. "Al ponerse dos cuerpos en comunicación, si uno tiene exceso de electrones (negativo) respecto del otro que tiene menos electrones (positivo), la tensión del primero tratará de com-

pensar la del segundo motivándose el desplazamiento de los electrones desde el negativo hacia el positivo. Esta corriente de electrones es lo que se conoce como corriente eléctrica". (3)

La corriente eléctrica puede ser alterna o continua. Sólo trataremos de la corriente eléctrica alterna por funcionar exclusivamente con ésta los tubos productores de Rayos X.

La corriente eléctrica cualquiera fuese, necesita de conductores para desplazarse, y los cuerpos según su comportamiento como "Transmisores de la corriente eléctrica", se clasifican en buenos conductores y malos conductores de la corriente eléctrica. Entre los buenos conductores de la electricidad tenemos a los metales, entre los malos conductores, tenemos a otros cuerpos como ser: la madera, los no metales, la goma, los plásticos.

Los conductores de la corriente eléctrica, generalmente son en número de dos, uno positivo (+) o ánodo y otro negativo (-) o cátodo. En la corriente alterna, estos cambian de signo funcionando alternativamente, ya que el fundamento de la corriente alterna es que cerrado el circuito viaja primero en una dirección, acumula a partir de cero un potencial máximo llamado voltaje y desciende otra vez a cero ; luego invierte su posición o dirección, crece nuevamente volviendo a acumular potencial máximo y vuelve a caer a cero, completando así un ciclo. Cada par de marchas, una en un sentido y otra en sentido contrario, se llama ciclo. En Tarija tenemos corriente alterna de doscientos veinte voltios y cincuenta ciclos.

Después de estas consideraciones eléctricas que intervienen íntimamente en el funcionamiento

del aparato de Rayos X, vamos a entrar a hacer una descripción del aparato en sí.

En Odontología se usa, como dijimos en capítulos adelante, el tubo Coolidge o de filamento caliente, que consiste en un ánodo y un cátodo encerrados en una ampolla de vidrio férnico o pirez, en el cual se ha practicado un elevado grado de vacío, este tubo constituye esencialmente un "Acelerador de partículas: los electrones".

El cátodo o electrodo negativo, consiste en una taza de enfoque que está constituida de molibdeno; también esta depresión se llama pieza de concentración o copa focalizadora, en el interior de esta copa focalizadora, va inserto un filamento de tungsteno, a semejanza del filamento de un foco o bombilla eléctrica corriente.

El ánodo o electrodo positivo, consiste en un vástago de cobre en el cual va inserto un bloque de tungsteno en el que harán impacto los rayos catódicos; este pequeño bloque de tungsteno (Diana), tiene una superficie de una pulgada cuadrada. Hay que hacer notar que la cabeza del vástago que representa el ánodo, está cortado a bisel por su extremo interno, o sea donde va el bloque de tungsteno. En cambio en su extremo libre que se encuentra por fuera de la ampolla se halla fijado un radiador o algún otro sistema de refrigeración, como ser un baño de aceite alrededor de la ampolla de vidrio, esto por las elevadas temperaturas que alcanza el tubo cuando se lo pone en acción.

Básicamente el tubo de Rayos X está provisto para su funcionamiento de dos circuitos eléctricos, que son el circuito ánodo-cátodo y el circuito para el filamento. El circuito ánodo-cátodo, que en los aparatos utilizados en Odontología, necesita un kilovoltaje que varía entre cin -

cuenta a cien (cincuenta mil - cien mil voltios). En cambio el circuito para el filamento del tubo de Rayos X requiere de un voltaje bajo (entre siete y diez voltios).

Para el funcionamiento del aparato, como dijimos anteriormente, necesitamos elevado voltaje, que no tenemos en el toma corriente del consultorio (doscientos veinte voltios en Tarija). Para elevar al voltaje deseado, necesitamos un transformador elevador para el circuito ánodo-cátodo; en cambio para el circuito del filamento necesitamos un transformador de reducción o de baja tensión que será suficiente para producir la incandescencia del filamento.

Estos dos circuitos, tanto el de baja tensión, como el de alta tensión, son controlados por otros elementos que regulan el flujo eléctrico. Uno de estos elementos es el tubo autorrectificador, que hace que el paso de la corriente alterna sea en un solo sentido, o sea que no se completa todo el ciclo, solo produciéndose una media onda; dicho de otro modo, que la corriente eléctrica solo fluye del cátodo al ánodo, siempre que el ánodo permanezca frío; pero si hacemos funcionar ininterrumpidamente el tubo por largo tiempo, (minutos), se producen en el anticátodo anormalmente electrones libres, haciendo de esta manera que se complete la onda o ciclo, y como consecuencia se produciría la inversión del flujo, siendo esta vez desde el ánodo hasta el cátodo, produciendo un "bombardeo del filamento", malogrando de esta manera el tubo. Por esta razón el tubo autorrectificador, se limita a bajas corrientes y cortos períodos de tiempo de funcionamiento.

Los circuitos que anteriormente citamos, necesitan otros elementos accesorios para su conservación y funcionamiento que son: Un interruptor general que se pone en contacto con la red eléctrica general por medio de un

interruptor bipolar (enchufe), así cuando no se utiliza el aparato se lo puede desconectar de la red general. La mayor parte de los equipos también cuentan con una lámpara piloto que nos da la señal si el equipo está enchufado o no. El equipo también cuenta con un cronorruptor o interruptor cronométrico, que está conectado entre el tubo auto-transformador y el transformador de alta tensión, que es el contacto que por segundos o fracciones de segundo hace que funcione el equipo, o sea que haya emisión de Rayos X.

El funcionamiento en sí del aparato de Rayos X, empieza desde el momento en que éste se pone en contacto con la red general de corriente eléctrica; puesto que en la mayoría de los equipos, una vez enchufado el equipo, se produce una incandescencia parcial del filamento, la incandescencia total de éste se consigue poniendo en funcionamiento el equipo, para lo cual en el cronorruptor hay un tiempo, una vez disparado éste no hay emisión de Rayos X, sino que se pone incandescencia total el filamento.

"Los Rayos X son producidos o generados en la superficie y dentro del botón de tungsteno del ánodo por el bombardeo del ánodo por electrones procedentes del cátodo". (4).

Cuando el filamento del cátodo se calienta por el paso de la corriente eléctrica, se forma una nube de electrones por fuera del alambre del filamento, produciéndose los efectos Joule y Edison Richardson.

La temperatura del filamento de - termina el tamaño de la nube o la cantidad de electrones libres (cationes), controlada por el reóstato; seguidamente

(4) Arthur H. Wuerhrmann y Manson-Hing; Radiología Dental (Salvat Edit. S.A. España) pag 10.

cuando el circuito de alto voltaje entre el cátodo y el ánodo del tubo de Rayos X es activado, los electrones son arrastrados por la corriente de alto voltaje en dirección del ánodo. La velocidad con que se desplazarán estos electrones depende de la cantidad de electricidad que fluye entre el cátodo y el ánodo (kilovoltaje). Los electrones que se dirigen hacia el ánodo son guiados por la taza focalizadora del cátodo para ir a chocar en la superficie del botón de tungsteno. El punto en que chocan los electrones se conoce con el nombre de punto focal.

De toda la energía cinética llevada por los electrones del cátodo hacia el ánodo, sólo aproximadamente el 0,2 por ciento es convertida en radiación X a sesenta y cinco kilovoltios.

Cuando se utilizan voltajes mayores el movimiento de los electrones es mayor y como consecuencia la cantidad y dureza de los rayos también lo es. El resto de la energía producida por el movimiento de los electrones se transforma en calor que se disipa dentro del equipo. Para el enfriamiento del equipo, en los aparatos modernos se utiliza corrientes de aire o baños de aceite o agua que circula por el ánodo hueco.

Una vez activado el equipo, se producen los Rayos X o fotones. Al chocar los electrones en la diana, el haz de Rayos X emerge del tubo por la "ventana" que consiste en un adelgazamiento en el vidrio de la ampolla. Se coloca esta ventana en el tubo porque el vidrio absorbe los rayos y no permite que ninguna transmisión de fotones de Rayos X emerjan del tubo.

Los Rayos X al emerger de la ampolla lo hacen en ángulos más o menos rectos en relación al eje

longitudinal del tubo de Rayos X, siguiendo un curso divergente con relación a la diana, formando así los rayos un cono. Dentro de este cono hay un grupo de rayos que aparecen más o menos como un cuadrado con las mismas dimensiones del bloque de tungsteno, estos rayos reciben el nombre de "RAYO CENTRAL", y son los que más se aprovechan en radiología diagnóstica.

De todos los fotones de rayos X que emergen del tubo, no todos son útiles para el diagnóstico en Odontología; por ello queremos entrar al acápite de la calidad y la cantidad de los Rayos X.

La calidad de los Rayos X depende de su longitud de onda y a su vez esta longitud de onda, está supeditada al kilovoltaje (K.V.) que damos al aparato para el funcionamiento del circuito de alto voltaje. Dicho de otro modo, cuanto mayor sea el kilovoltaje, tanto mayor será la diferencia potencial entre el ánodo y el cátodo y menor la longitud de onda de los Rayos X producidos, o sea que estos rayos producidos, tendrán mayor fuerza de penetración. De acuerdo a esta situación, los Rayos X se clasifican por su calidad en rayos blandos, medios y duros. "Los rayos blandos, corresponden a una onda efectiva de 0,5 Amstrong (50 a 60 K.V.). Los rayos medios, a una onda de 0,45 Amstrong (60 a 75 K.V.). Los rayos duros a una onda de 0,4 Amstrong (75 a 100 K.V.)". (5).

Así como el kilovoltaje regula la cantidad y calidad de los Rayos X, así también influye el miliamperaje en la cantidad de rayos que fluyen del aparato; esto porque el miliamperaje está relacionado con la cantidad de corriente que pasa por el circuito del filamento, además sucesivamente, la corriente del filamento controla la incandescencia de este y como consecuencia la nube de electrones que irá

(5) Rácaredo A. Gómez Mattaldi; Ob. cit; pag 27.

a incidir al anticátodo. En otras palabras, controla la velocidad de producción de los fotones de Rayos X y la corriente en el circuito de alto voltaje. Finalmente diremos que la cantidad de producción de Rayos X está también inferida por el tiempo de funcionamiento del aparato o tiempo de exposición; o sea que a mayor tiempo de funcionamiento, mayor será el número de rayos producidos.

De los rayos que emergen del tubo de Coolidge, no todos son de la misma dureza, aun en las mismas condiciones de funcionamiento, o sea que no tienen la misma longitud de onda, así el haz de Rayos X tiene una variedad de rayos, de los cuales los de gran longitud de onda poseen poca capacidad de penetración, por esta razón tienen poca importancia práctica fuera de constituir un riesgo para el paciente y el operador, siendo junto con las radiaciones secundarias y dispersas motivo de este estudio, tratando de dar las normas para suprimirlas, o en última instancia evitar su llegada hacia los tejidos vivos, para lo cual se cuenta con métodos como la colimación y la filtración. De estos métodos haremos un breve detalle, por ser a nuestro entero criterio, los que el profesional odontólogo, puede realizarlos en el consultorio.

La colimación en la radiografía diagnóstica consiste en el control del tamaño y forma del haz de Rayos X. Como dijimos líneas arriba, los rayos al emerger del tubo lo hacen en forma cónica, esto es debido a que generalmente la ventana del tubo es de forma circular. En radiología odontológica el haz de Rayos X en la punta del cono debe abarcar aproximadamente un diámetro de siete centímetros, lo cual se consigue con sencillos instrumentos denominados diafragmas y cilindros o conos metálicos.

El diafragma consiste en un disco

metálico, preferentemente de plomo, de más o menos uno y medio milímetros de espesor, en el cual se corta en el centro exacto un agujero que debe permitir el escape del haz útil de Rayos X; Este colimador adicional, generalmente, el profesional odontólogo lo puede colocar en el cono sustituible con que cuenta el equipo, así el profesional consigue disminuir la amplitud del cono de Rayos X. "En consecuencia al disminuir la sección del haz de rayos primarios, mediante la interposición de un diafragma de calibre apropiado, se logra significativa protección para el paciente. Así según Richards al disminuir el círculo irradiado (picl) de nueve centímetros de diámetro a siete, se disminuye aproximadamente en un treinta y ocho por ciento de la dosis facial y en un treinta por ciento de la dosis gonadal"(6).

Los cilindros o conos metálicos como su nombre lo indica, son tubos que están abiertos por sus dos extremos permitiendo así el paso de los Rayos X. Estos colimadores cónicos generalmente son de acero, tienen la propiedad de colimar el haz primario y también la radiación dispersa proveniente del tubo.

El mecanismo por el cual estos tubos coliman el haz de rayos, es por la razón que los rayos penetran a éstos formando ángulos abiertos, por esta razón estos tubos no necesitan tener tanto grosor como los diafragmas a los que el rayo llega perpendicularmente.

La filtración en radiología odontológica, consiste en la colocación de una o más láminas de aluminio entre el paciente y el punto focal del aparato; generalmente estas placas de aluminio van insertadas en la base de cono plástico desmontable o también en la base de los tubos

(6)Id. Página 3

abiertos. Su colocación es una operación relativamente fácil para el odontólogo, pudiendo hacerlo aun con "Cera pegajosa", este tipo de filtración se llama "Filtración adicional", que se diferencia de la "Filtración inherente", que es la que da la fábrica.

La filtración en sí consiste en conseguir la retención por medio de la placa de aluminio de los rayos de longitud de onda amplia, que como es de conocimiento son rayos de poca penetración. "Para los aparatos radiográficos dentales, se indica la utilización de un total de filtración equivalente a uno y medio milímetros de aluminio debajo de 70 K.V." (7). Dicho de otro modo, diremos que los rayos utilizados en odontología deben ser filtrados por un equivalente de filtración total de uno y medio a dos y medio milímetros de aluminio, eliminando al igual que la colinación los rayos de gran longitud de onda, eliminación que se produce en un setenta y cinco a ochenta por ciento. Puesto que estos son de poca utilidad práctica desde el momento que perturban la nitidez de la película y contribuyen en gran parte a la dosis de Rayos X nocivos que recibe el paciente.

(7) id pag 39.

IV

RADIACIONES SECUNDARIA Y DISPERSA

Las radiaciones secundaria y dispersa, motivo fundamental de este trabajo, han llamado nuestra atención por el peligro que representan tanto para el profesional operador como para el paciente, ya que como dijimos, por su naturaleza y poco poder de penetración, son los rayos que más nocividad tienen.

Para hacer una diferenciación neta de lo que son los rayos secundarios y dispersos, hay que tener conceptos sobre su origen y su localización y como consecuencia llegar a la definición del porqué llevan esos nombres.

Se entiende por radiaciones secundarias a las emitidas por los objetos que son alcanzados por los rayos primarios; o sea que son aquellos rayos que se producen al llegar el rayo primario, en nuestro caso, a la cabeza del paciente, cabezal del sillón, o el cono plástico o centralizador del tubo. La emisión de estos rayos concluye juntamente con la inactivación del aparato de Rayos X. En sí los rayos secundarios, para mejor comprensión, son emitidos por los átomos del material de absorción y tienen las mismas características de penetración que los rayos que se producirían si empleamos este material emisor como diana del aparato, por la razón que todo elemento produce Rayos X de diferente longitud de onda. Los rayos secundarios son emitidos en todas direcciones.

Se conoce con el nombre de radiación dispersa o de escape, a aquellos rayos que han sufrido cambios de dirección después de haber chocado con los átomos del material irradiado o de absorción. También son aquellos rayos que escapan de la cabeza del tubo y aun por otro lugar que no sea la ventana del tubo. Al igual que los rayos secundarios, éstos

se emiten en cualquier dirección, aun hacia atrás, pero debemos tener en cuenta que los de mayor intensidad son los que siguen un curso frontal.

La intensidad y calidad de la radiación dispersa, depende del material dispersante, el ángulo de dispersión, energía e intensidad del haz primario y también depende del volumen irradiado.

Para explicar mejor la forma en que se generan los rayos secundarios y los dispersos, primero tenemos que saber la forma de comportamiento de un Rayo X al incidir en cualquier materia. Al ocurrir esto, el rayo puede atravesar el átomo sin que ocurra ningún cambio en el citado átomo; o puede ser que este rayo sea desviado de su curso por el átomo en que incide (especialmente el núcleo), el fotón de Rayos X se convierte entonces en un fotón de amplia longitud de onda, dando como consecuencia origen a los llamados rayos dispersos o de escape, finalmente un Rayo X puede chocar con un electrón del átomo y solamente liberar parte de su energía y como resultado tendremos un electrón que viaja a una determinada velocidad produciendo un Rayo X característico procedente del átomo, con mayor longitud de onda que el rayo primario incidente, formando de esta manera un rayo secundario.

NOCIVIDAD DE LAS RADIACIONES SECUNDARIA Y DISPERSA

Una vez hecho un estudio sobre las distintas maneras de producirse los rayos o radiaciones ionizantes que actúan en forma dañina sobre el organismo de los seres vivientes, queremos poner énfasis en las medidas de protección que debe tomar el profesional odontólogo, el personal paramédico y también la seguridad que se debe dar al paciente con respecto a la cantidad y calidad de rayos que recibe durante el tratamiento a que está sometido.

Es importante insistir en lo criticable de la actitud descuidada de algunos profesionales odontólogos que no observan ni la más mínima regla de seguridad, especialmente consigo mismo; esto porque no han sentido aún los efectos secundarios de los Rayos X, esperamos que los datos que proporcionaremos en este trabajo hagan eco en los profesionales que trabajan en este ramo, despertando en ellos el interés y la prudencia necesaria para bien de todas las personas expuestas a la radiación, cuidando de esta manera sus vidas y la de sus descendientes.

En este trabajo nos referiremos a la nocividad de los Rayos X, en especial a las radiaciones subsecuentes o que se producen como consecuencia de la activación de un aparato Coolidge queriendo aprovechar el rayo primario producido. Sabido es que una vez activado este aparato, los rayos primarios al encontrar un obstáculo hacen que de éste haya una nueva emisión de rayos menos fuertes o penetrantes, llamados rayos secundarios; por otra parte, el equipo en actividad emite radiaciones no controlables que no son emitidas por el bloque de tungsteno; estos rayos se los denomina rayos dispersos o de escape.

Los efectos nocivos de las radiaciones tanto primaria, secundaria y dispersa, sobre los tejidos vivientes varían entre límites muy amplios debido a numerosas circunstancias, sabiendo que el fenómeno básico de la nocividad de los rayos es la ionización.

Ionización.- "La radiación ionizante, de la cual, la radiación X es solamente un tipo, actúa sobre el tejido vivo a través de un proceso que hace que los átomos y moléculas eléctricamente estables se vuelvan eléctricamente inestables". (8).

Los daños que causa la radiación ionizante se conocen desde hace mucho tiempo. El primer caso de lesión en humanos fue dado a conocer ya en 1.902, se trataba de un caso de cáncer inducido por Rayos X.

Para entender mejor como actúa la ionización sobre el organismo, entraremos a un estudio a groso modo de la intimidad del fenómeno. Este fenómeno se produce en las sustancias vivas que están formadas por átomos que se agrupan en moléculas esquemáticamente dispuestas llegando a formar las células; estas moléculas así formadas tienen un equilibrio eléctrico, o sea, que el número de cargas positivas es igual a las cargas negativas, pero cuando una cantidad determinada de Rayos X hace impacto en estas moléculas, más propiamente con un electrón de algún átomo del tejido vivo puede desplazar esta partícula, así queda toda la molécula en estado de desequilibrio eléctrico, de esta manera se consigue que esta partícula se haya ionizado.

Básicamente el efecto deletereo de la ionización no es por sí misma, sino por la formación de otros productos nocivos o incompatibles con las estructuras

(8) Arthur H. Wuermann y Manson-Hing; Ob Cit, pag 69.

vitales y esto se explica por la gran tendencia que tienen los átomos ionizados de buscar su estabilidad eléctrica y de esta manera toma una carga negativa (electrón), que es una partícula sub atómica de alguna otra procedencia y así constituye un nuevo producto químico, producto que altera la célula en la que está integrado el átomo.

Un ejemplo de esto es la conversión del agua en peróxido de hidrógeno (Agua Oxigenada), es el agua oxigenada, más bien que la radiación, quien ocasiona la disfunción celular. Otro ejemplo del efecto indirecto de la radiación son las modificaciones químicas de ciertas secreciones del cuerpo. La radiación puede alterar la composición química de las enzimas, hormonas, etcótera, pudiendo incluso a llegar a inhibir por completo su función, dependiendo esto de la cantidad de exposición a la radiación.

Los efectos nocivos de la radiación ionizante también actúan en forma directa, o sea que las células mueren a causa de los efectos de la radiación.

La radiación ionizante no es de la misma nocividad para cada persona y para cada sector del organismo, dicho de otro modo, nos referimos a que algunos tejidos son más susceptibles a la radiación que otros.

Aparentemente la amplia variación entre especies y más aún entre tejidos del organismo está asociada con el metabolismo, ya que en idénticas condiciones de exposición, los diversos tipos de células y tejidos reaccionan de distinta manera.

Existen varias generalizaciones que permiten el grado de radiosensibilidad de un tipo de células o tejidos. Las células más activas o que se reproducen más rápido son las más radio sensibles; en cambio los tejidos menos

especializados son menos radio sensibles. Finalmente recalcamos que los tejidos más jóvenes o en crecimiento, son más radiosensibles que los tejidos adultos o inactivos, no debiendo esto confundirse con la edad del paciente, ya que en pacientes adultos pueden haber células jóvenes, por ejemplo las gónadas.

A continuación damos una lista de tejidos y órganos por orden de susceptibilidad. (9).

- 1.- Tejidos formadores de sangre y células reproductoras.
- 2.- Huesos jóvenes, tejido glandular y epitelio del conducto alimenticio.
- 3.- Piel y músculos.
- 4.- Tejido nervioso y huesos adultos.

Fuera de los factores anteriormente citados sobre la susceptibilidad de los tejidos a la radiación, juegan también papel importante otros factores como ser el estado de nutrición, tensión de oxígeno, metabolismo, región geográfica, etcétera.

Hay que hacer notar que las personas con deficiente alimentación son más susceptibles a la acción nociva de los Rayos X. También se ha podido observar que las personas que viven en regiones altas son también más susceptibles a las radiaciones ionizantes que aquellas que viven en lugares bajos.

No refiriéndonos ya a los tejidos en particular, nos referiremos a las personas en sí. Al igual que algunas personas son más susceptibles que otras a las enfermedades, igual ocurre con las radiaciones ionizantes, o sea que unas personas son más susceptibles que otras. Es importan-

te que los profesionales odontólogos que trabajan en este ramo sepan que existe una "Variabilidad Individual", variabilidad que en nuestro medio no puede ser determinada y es por esta razón que todo el personal que trabaja con Rayos X, debe tener la prudencia necesaria para seguridad de su salud.

Volvemos a incidir en la actitud descuidada de algunos profesionales que se exponen inútilmente a los Rayos X, esto porque no sintieron los efectos de los rayos, o es que ignoran el período latente que existe entre la radiación o absorción y la manifestación del daño. Este período de latencia varía entre amplios límites de tiempo que puede ser hasta veinticinco años.

Los efectos biológicos producidos por la radiación, se dividen de acuerdo al período de latencia en efectos agudos y a largo plazo. Los efectos agudos son aquellos que se manifiestan en cuestión de minutos, días o semanas. Los efectos a largo plazo son aquellos que hacen su aparición después de varios años, décadas o generaciones.

"Durante el período de latencia o después de él se observan algunos efectos discretos al examen microscópico de los tejidos, o indirectamente a través de los métodos físicos. Uno de los fenómenos mayormente observados durante el crecimiento del tejido expuesto a las radiaciones es la cesación de la mitosis o división de las células".(10).

En los casos agudos subsecuente - mente a la exposición, puede lograrse un cierto modo de recuperación que ocurre en cuestión de días o semanas después de realizada la exposición, hay, sin embargo, un daño residual o secuela no recuperable que sirve como base para las afecciones a largo plazo. La curación de estas exposiciones agudas

(10) Oficina Sanitaria Panamericana y OMS; Ob.cit, pag 145.

puede realizarse mediante el reemplazo del tejido dañado, o₂ mediante la reparación de las células dañadas. Este proceso se produce por la eliminación de la radiación latente acumulada, efecto que se mantiene en el organismo por un período aproximado de veinticinco días después de la última exposición.

Finalmente diremos que el período latente, es el período de tiempo interpuesto entre la exposición y los síntomas clínicos, y este tiempo asintomático es la razón fundamental para ser prudentes al utilizar los Rayos X y los demás tipos de radiaciones ionizantes, aunque en nuestro medio, estas últimas todavía no son muy conocidas ni muy utilizadas.

La complejidad de síntomas que se presentan en un paciente sometido a la terapia por radiaciones, se conoce con el nombre de "Enfermedad de las radiaciones". Las características de esta enfermedad son: Náuseas, vómitos, anorexia, pérdida de peso, fiebre y hemorragias intestinales, acentuándose estas cuando los efectos de la radiación son agudos; en cambio son distintos los síntomas de las radiaciones a largo plazo, y es en lo que queremos poner más énfasis por ser de mucha importancia y por los efectos nocivos que ellos causan, incidiendo su efecto en la carcinogénesis, en el acortamiento del tiempo de vida, en la producción de mutaciones genéticas; estrechamente relacionadas con estas mutaciones los efectos embriológicos y del desarrollo, y finalmente innumerables efectos que se pueden producir en el organismo humano.

Por razones no bien conocidas aún, la exposición a radiaciones aumenta en el hombre la incidencia de ciertos tipos de cáncer y esto ya se notó en los primeros trabajadores con Rayos X, que presentaban signos de cáncer en la piel irradiada repetidamente por los Rayos X.

De las afecciones de tipo canceroso que más frecuentemente se observan, son los tumores óseos. Se observa una incidencia cada vez mayor entre los profesionales odontólogos que usan Rayos X. Este tipo de cáncer se da sobre todo a nivel de los dedos de la mano.

En lo que respecta al acortamiento de la vida "Gran cantidad de estudios en animales han establecido que la exposición a la radiación produce una aceleración del proceso de envejecimiento" (11). Este fenómeno se da también en el hombre, ya que al igual que los animales, éste se encuentra expuesto a las radiaciones ionizantes y más aún los profesionales que trabajan en este rubro. En los animales se encontró un índice de siete por ciento en el acortamiento del tiempo de vida.

Indudablemente las radiaciones que recibimos y que han recibido nuestros antepasados, tanto del cosmos como otras radiaciones del medio en que vive y más aún en nuestros tiempos en que el adelanto científico se vale cada día más de las radiaciones ionizantes, como ser los Rayos X que se utilizan para el diagnóstico y tratamiento médico y dental, utilizando en medicina los rayos Grenz, que son rayos muy blandos y sirven para el tratamiento de tumores malignos en la piel. También se utilizan rayos mucho más duros para el tratamiento de órganos más profundos.

Los Rayos X también se utilizan en el comercio del calzado, para la identificación de pinturas en cuadros famosos; también son utilizados para el descubrimiento de burbujas o fisuras en bloques metálicos en la industria automotriz.

Lo

Los rayos Gamma, erróneamente lla-

mados así, han ido sustituyendo en forma provechosa al Radio, en la elaboración de pinturas autoluminosas por su bajo costo y su menor riesgo, bien sabido es que estas pinturas luminosas se utilizan para marcar números luminosos en esferas de reloj y otros aparatos de precisión aeronáutica. También se emplean las emisiones Gamma, especialmente las del Cobalto sesenta en cantidades apreciables para el tratamiento de materiales por irradiación, irradiación que se utiliza para la esterilización de alimentos y drogas, eliminación de insectos en semillas, etc. ; y un sin fin de aparatología radioactiva utilizados en la industria y la medicina.

También han jugado un papel importante en la evolución de nuestra especie, produciendo mutaciones unas veces provechosas y otras veces nocivas.

De estas mutaciones, las genéticas son las que van sufriendo transformaciones desde el comienzo de la vida del planeta, y a estas mutaciones está ligado el proceso de evolución y de selección natural, también a ellas se encuentran ligadas estrechamente efectos embriológicos y del desarrollo que ocurren como consecuencia o resultado de la exposición directa de los órganos genitales a los Rayos X. "Se ha determinado en numerosas ocasiones que las dosis terapéuticas recibidas por una mujer grávida, puede producir la muerte del feto, o dar como resultado el nacimiento de un niño anormal" (12).

Entre otros efectos nocivos que causan los Rayos X, es que pueden reducir la fertilidad, siendo esta reducción proporcional a la dosis de radiación recibida pudiéndose observar desde la leve disminución de fertilidad a la esterilidad permanente. Finalmente queremos citar o-

(12) Recaredo A. Gómez Mattaldi; Ob. Cit; pag 35 al 36.

tros efectos, que consideramos, debe el odontólogo, tener muy en cuenta, por estar los órganos afectados muy cerca de nuestra zona de trabajo, es que los Rayos X, Gamma y otro tipo de radiaciones pueden inducir a la producción de cataratas por irradiación del ojo. Otro efecto importante, es que algunos pacientes en los que imprudentemente se han hecho series radiográficas de catorce o más películas, presentan afecciones tiroideas de distinta intensidad según la edad.

Después de haber hecho estas consideraciones sobre la nocividad de los Rayos X, queremos entrar en algunos conceptos y definiciones sobre algunas unidades de radiación X que nos darán una idea de las dosis permisibles y de las dosis nocivas, tanto para el paciente como para el profesional odontólogo especializado en radiología. Estas cantidades de Rayos X se miden en unidades biológicas y físicas, entre las que tenemos:

"El Roentgen internacional o R como unidad de exposición. Corresponde a la cantidad de radiación absorbida (de cualquier radiación ionizante y en cualquier medio). Representa una absorción de energía de cien ergios por gramo.

El Rem (de Roentgen equivalentman), corresponde a la cantidad de cualquier radiación ionizante que produzca el mismo efecto biológico en el hombre que es producido por la absorción de un Rem de Rayos X o Gamma.

El R.B.E. (Efectividad Biológica Relativa). La comparación entre dos radiaciones ionizantes respecto de la capacidad para producir un efecto similar, se conoce como R.B.E.

Las cantidades biológicas de Rayos X están medidas por la dosis eritema que es la cantidad capaz

de provocar un enrojecimiento en la piel". (13).

Esta dosis biológica es imprecisa porque está íntimamente relacionada con la susceptibilidad de cada persona, ya que algunas veces es mayor en algunas personas que en otras.

También conocemos otras cantidades o dosis que están relacionadas con respecto a la cantidad de rayos que reciben tanto el paciente como el profesional. Las cantidades de rayos que recibe el paciente, están representadas por las dosis facial o dosis piel de entrada y la dosis gonadal.

La dosis facial, como su nombre lo indica, son los rayos que recibe el paciente en la cara y la cabeza, rayos provenientes del haz primario.

La dosis gonadal que recibe el paciente, se refiere a los rayos que recibe en la región sub abdominal (testículos y ovarios). Los rayos que llegan a esta región generalmente son los rayos secundarios y dispersos. Hay que hacer notar que esta dosis tiene diferencias con respecto a la susceptibilidad del paciente; siendo mayor en el niño que en el adulto y mayor en el sexo masculino que en el femenino, ya que los órganos masculinos están más superficiales.

Los rayos que recibe el personal que trabaja con Rayos X están representados por "La dosis profesional", que son los rayos secundarios y dispersos que llegan al profesional.

Como dijimos anteriormente, estas cantidades de rayos secundarios y dispersos, que en sí son despreciables para el paciente; para el profesional no lo son por su poder acumulativo. Hechas estas consideraciones, entraremos al siguiente capítulo que se refiere a las pruebas que reali-

zaremos en distintos equipos existentes en nuestra facultad y en nuestra ciudad, con el propósito de detectar radiaciones secundarias y dispersas.

VI

PRUEBAS DE RADIACIONES SECUNDARIA Y DISPERSA EN DISTINTOS EQUIPOS

Para la realización de estas pruebas hemos recurrido a tre equipos, pertenecientes a tres instituciones diferentes, ellas son: La Facultad de Odontología de nuestra Universidad, el equipo de Rayos X odontológico de la Caja Nacional de Seguridad Social y el equipo del Hospital San Juan de Dios.

En la toma de estas pruebas no hemos tomado en cuenta la marca de los equipos, el tiempo de servicio, u otro factor, que a criterio nuestro, no influyen o no interesan a este trabajo que solo tiene por finalidad detectar las radiaciones que emiten estos equipos aparte del rayo central o haz directo, que indudablemente es útil.

También cabe hacer notar, que se ha hecho lo posible para que en los equipos se trabaje en las mismas condiciones normales en que los profesionales habitúan hacerlo, entendiéndose por condiciones normales, a las costumbres observadas por los profesionales, con respecto a su seguridad, alejándose del rayo central, usando objetos protectores, como ser mandil de plomo.

Otro factor importante que se ha observado para la realización de estas pruebas, es que en los tres equipos se ha trabajado en las mismas condiciones de kilovoltaje y miliamperaje, observándose solamente pequeñas variaciones a este respecto, en el equipo del Hospital San Juan de Dios, esto por la diversidad de trabajos que se realizan con este equipo.

Las pruebas se han hecho en películas dentales intraorales ultrarrápidas corrientes, por no contar en nuestro medio con películas dosimétricas que llegaría a ser un método más eficaz que el que hemos utilizado.

Sin embargo, con nuestro procedimiento, hemos encontrado éxito, en cuanto a los resultados obtenidos, los que podemos apreciar en las figuras dos al diez.

Para darnos una idea más clara sobre la intensidad de radiación despedida por estos equipos se han hecho distintas cantidades de exposiciones, habiéndose tomado como límite la cantidad de quince exposiciones, empezando por cinco, diez y quince exposiciones, como se tiene dicho.

La ubicación que dimos a estas películas, solo se limitó a llevarlas en el bolsillo que se encuentra a nivel del pecho en el mandil de trabajo. Se ha ubicado otra película a nivel de las gónadas de los pacientes. En este aspecto hemos tenido que hacer también diferencias en el equipo del Hospital San Juan de Dios, por el tipo de radiografías tomadas, en las cuales muchas veces el rayo central debe incidir sobre las gónadas y esto desvirtuaría la legitimidad de este trabajo que solo pretende detectar las radiaciones secundaria y dispersa.

También hemos querido detectar alguna otra fuente de radiación X aparte de los aparatos específicos de Rayos X, y hemos tratado de obtener resultados de los aparatos de televisión, que como se sabe, su funcionamiento se basa en el trabajo con rayos catódicos que inciden en el cinoscopio o pantalla, pudiendo de esta manera producir accidentalmente Rayos X. Satisfactoriamente, no hemos detectado radiación alguna en varios aparatos con los que hemos trabajado en tiempo que sobrepasan la semana de exposición.

Otro factor que hemos observado con el fin de darle más fidelidad a nuestro trabajo, es en cuanto concierne al procesamiento en laboratorio, o sea que en el proceso de revelado de las muestras tomadas, se han utilizado



Figura # 2
15 Exposiciones.
F. Odontología



Figura # 3
10 Exposiciones
F. Odontología.



Figura # 4
5 Exposiciones
F. Odontología.



Figura # 5
15 Exposiciones
C.N.S.S.



Figura # 6
10 Exposiciones
C.N.S.S.



Figura # 7
5 Exposiciones
C.N.S.S.



Figura # 8
15 Exposiciones
D. Gonadal.



Figura # 9
15 Exposiciones
Hospital

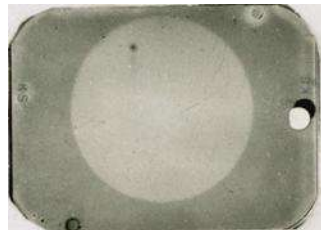


Figura # 10
1 Exposición.
Prueba G. Mattaldi

baños nuevos, a parte de esto se han observado en el revelado en sí, normas pre establecidas, dicho de otro modo, el revelado se lo ha hecho por el método "Tiempo-Temperatura", habiéndose revelado con un tiempo de siete minutos a una temperatura de veinte grados centígrados, en conjunto todas las películas que se muestran en este trabajo.

Finalmente queremos referirnos a los resultados obtenidos, los cuales, en cierto grado, representan un desaliento para los que gustamos trabajar en esta especialidad de la Odontología, puesto que comparativamente con el reducido número de exposiciones la cantidad de radiación detectada es elevada y esto nos induce a alertar para una mejor regulación y protección en cuanto concierne al paciente y al operador.

CONCLUSIONES

Todas estas pruebas que hemos realizado en distintos equipos, llevan el solo propósito de demostrar que aunque tengamos equipos con la llamada protección integral, ésta no nos brinda la seguridad de que no estamos recibiendo radiaciones que con el decurso del tiempo son perjudiciales para nosotros. En lo que queremos poner más énfasis es en los métodos de protección que incidan favorablemente en los catedráticos y alumnos que regentan la clínica de rayos, preservando así su salud y la de todas las personas que acuden a este servicio imprescindible en nuestra profesión odontológica.

Los métodos de protección están principalmente indicados para el paciente y para el profesional que opera el equipo.

La exposición del paciente en Odontología, por los métodos utilizados, es mínima cuando se compara con el efecto nocivo que podría ocasionarle, dicho de otra manera, el provecho que saca el paciente, estriba, en que es mínima la exposición y grande el resultado diagnóstico al hacerse una radiografía; pero de acuerdo a esto no debemos abusar en exponer al paciente, por el contrario, debemos poner más atención a la seguridad de él. Los métodos de protección del paciente se relacionan con la velocidad de las películas, la colimación, la filtración, el aumento de la distancia foco-piel, etcétera.

En lo que respecta a la velocidad de las películas, en nuestro medio, muy poco puede hacer el odontólogo, puesto que las películas extraorales que utilizamos, son las ultra-rápidas, que quizá, son las únicas que se encuentran en el comercio; de todas maneras, el uso de estas películas es una gran ventaja para el paciente, ya que con ellas se reduce el tiempo de exposición y para obtener un menor tiempo

de exposición debemos utilizar rayos de frecuencia de onda muy corta; para conseguir esto, se debe elevar el kilovoltaje reduciendo así los rayos de longitud de onda larga, que como es sabido son perjudiciales, tanto porque perjudican en la nitidez de la toma, como también resultan rayos nocivos para el paciente por su poco poder de penetración.

Entre otros métodos de protección del paciente, ya nos hemos referido a la colimación y a la filtración, o sea que hemos mencionado el mecanismo de como lograrlo. Ahora nos referiremos a las ventajas que brinda al paciente, en lo que respecta a la reducción de irradiación recibida.

La colimación o diafragmación, básicamente brinda seguridad porque con este método se consigue una menor área de tejido irradiado, se consigue indirectamente una reducción de la cantidad de rayos secundarios generados, es esta la razón que nos mueve a aconsejar el uso de diafragma en los equipos, en especial en el equipo de nuestra Facultad, el cual nos ha dado evidencias de emitir mayor cantidad de rayos secundarios y dispersos.

La reducción del área de exposición hace que se requieran manos muy experimentadas para la toma de radiografías, esto no es ningún problema en nuestra Facultad por contar en este servicio con personal idóneo que hará que no se presenten problemas en las tomas ya citadas.

Otro método al que también ya nos hemos referido, es el de la filtración, la cual felizmente se encuentra practicada en los equipos estudiados y solo en este trabajo nos cabe recalcar los beneficios que esta brinda conforme se va aumentando.

Finalmente en lo que respecta a la protección que se da al paciente, queremos referirnos a otro método que es la "Distancia foco-piel", del cual diremos en este

acápito que se puede aplicar el fundamento del cuadrado de la distancia, donde se explica que a mayor distancia del foco, es menor la proporción de rayos recibidos.

En forma adicional, hemos transcrita del libro de "Radiología Odontológica" de Gómez Mattaldi, la forma y el uso de la pantalla anti Rayos X o submandibular que se aconseja usar especialmente en niños y en mujeres embarazadas, con el propósito de evitar la llegada de Rayos X a la región abdominal, o más propiamente a la región gonadal.

En lo que concierne a la seguridad de protección que se debe observar preservando la salud del profesional odontólogo, igualmente hay un sin número de normas que sin duda deben ser prioritarias en el manejo del aparato de Rayos X. De ellas citamos las siguientes:

- 1ª.- El profesional debe evitar el haz primario.
- 2ª.- El uso de pantallas o barreras antirrayos X.
- 3ª.- Debe tener conciencia de la norma del cuadrado de la distancia

En lo que respecta al inciso primero, diremos que es una falta muy grave, en desmedro de la salud, colocarse en el curso del haz primario. Para evitar esto, el profesional u operador del aparato, debe colocarse en una posición y una distancia seguras y "esta posición más segura durante la exposición a los Rayos X, es entre los noventa grados y ciento treinta y cinco grados del haz de rayos primarios". (Fig.11) (14)

Estas posiciones varían según sean radiografiados los dientes anteriores o los posteriores. En caso de tratarse de los primeros, es indistinto que el operador

(14) Arthur H. Wuermann y Manson-Hing Ob. Cit, pag 83.

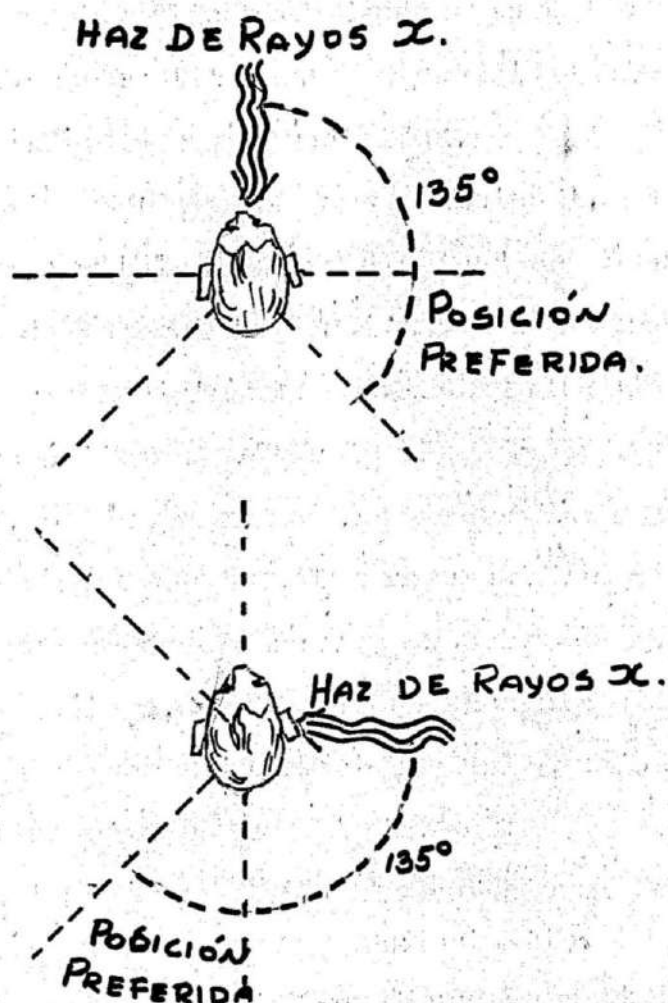


FIGURA # 11

esté a la izquierda o a la derecha del paciente, pero siempre por detrás del tubo radiógeno. En cambio si son expuestas las regiones premolares y molares, es preferible que el operador se encuentre por detrás del paciente y a su vez también del tubo de Rayos X, ya que como es sabido, la cabeza del paciente y el cabezal del sillón son fuentes de radiación secundaria.

El inciso segundo, se refiere también a otra manera de proteger al operador de su constante exposición a los Rayos X durante el trabajo del equipo y se refiere al uso de elementos de protección, como ser barreras y pantallas anti Rayos X. La construcción de barreras debe ser de prioritaria importancia, en especial en nuestra Facultad, por la cantidad de radiografías tomadas y por contar con un ambiente pequeño y más aún sin ninguna ventilación, que tam -

bién es una manera de proteger al operador que se encuentra la mayor parte de sus horas de trabajo en este ambiente.

Para la construcción de estas barreras, generalmente, depende de la distancia en que se encuentre ésta de la fuente de Rayos X, pero la recomendación ideal es que se utilice como material el plomo; sin embargo, existen otros materiales, que cuando son utilizados correctamente, brindan igualmente buena protección.

A continuación damos los equivalentes de algunos materiales de construcción para barreras con respecto al plomo, según Schinz:

3 mm de acero	
5 mm de latón	
100 mm de ladrillo	equivalen a 1 mm
1000 mm de madera "	de plomo

(15)

En la construcción de estas barreras no solo debe observarse el material a utilizarse, sino también el trabajo del equipo que puede ser mayor o menor; consideraremos también el kilovoltaje con que trabaja el equipo.

Otra manera de protección y la más práctica es el uso de mandiles de plomo, que esencialmente están contruidos de goma plomada; el único inconveniente es su peso, que en ningún momento será tan perjudicial como la exposición a los Rayos X, aparte de esto, se lo usa solamente los momentos de activación del aparato.

Decimos tener "conciencia del cuadro de la distancia", porque el profesional debe tener siempre presente en el pensamiento que cuando éste se ponga a más distancia de la fuente de Rayos X, mejor protegido se encontrará.

(15) Recaredo A. Gómez Mattaldi; Ob. Cit, Pag 45.

El ideal que recomiendan, es que el profesional debe estar como mínimo a dos metros de distancia del paciente y de la fuente de Rayos X.

Todas estas medidas de seguridad contra la radiación ionizante (Rayos X) son sólo una pequeña idea de todas las precauciones que debemos tomar a fin de evitar la sobre exposición de nuestra integridad física, con el solo propósito de preservar nuestra salud y la de nuestros descendientes que día a día se verán aún más expuestos por el adelanto de la ciencia y la tecnología, que tienden inconscientemente a contaminar el ambiente en que habitamos, muchas veces con un sólo propósito: la guerra.