

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO DENTISTA

DOSIS EQUIVALENTE PERSONAL H<sub>p</sub> (10) EN DOCENTES, ASISTENTES  
DENTALES Y ESTUDIANTES DE V, IV Y III CURSO DE LA FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA DE LA UNAN-LEÓN.

AGOSTO A SEPTIEMBRE 2006.

**Autoras:**

Br. Scarleth Lucía Centeno Martínez.

Br. Massiell Sarahi Flores Villavicencio.

**Tutor:**

PhD. Germán Valdez Doña.

Fisiopatólogo clínico.

Facultad de Ciencias Médicas

**Asesor:** Msc. Haroldo Argeñal Fonseca

Profesor titular Facultad de Ciencias Medicas.

Metodología de la Investigación.

LEÓN, MARZO 2007.

El suscrito profesor Titular del Departamento de Ciencias Fisiológicas y tutor del trabajo monográfico “Dosis Equivalente Personal HP (10) en Docentes, Asistentes Dentales, Estudiantes de V, IV y III curso de la Facultad de Odontología, UNAN-León. Agosto- Septiembre 2006. ” realizado por las Bras. Scarleth Lucía Centeno Martínez y Massiell Sarahí Flores Villavicencio, considero que las sustentantes cumplen con los requisitos y méritos para que sean sometidas a un tribunal examinador, que las autoridades de la Facultad de Odontología consideren convenientes para que puedan hacerse acreedoras del Título de Cirujano Dentista.

Durante la realización del presente trabajo, las autoras han demostrado mucho interés, disciplina así como el desarrollo de su capacidad científica-técnica, por lo que considero se encuentran aptas para la defensa exitosa de su trabajo de investigación.

Además deseo señalar y destacar la importancia de este tema de investigación por ser iniciador de futuros trabajos en esta línea y en nuestra universidad, para velar por las medidas mínimas necesarias del personal y estudiantes que está expuesto a este tipo de radiaciones.

Dr. Germán Valdez D.

Fisiopatólogo Clínico

Departamento de Ciencias Fisiológicas

## *Agradecimientos*

*A Dios primeramente, por darnos el don de la vida y poder realizar hoy uno de nuestros sueños.*

*A nuestras madres, por confiar siempre en nosotras y ayudarnos en los momentos más difíciles.*

*Al Licenciado Haroldo Argeñal, por su valiosa asesoría y por su apoyo incondicional.*

*Al Doctor Germán Valdez, por su orientación en el trabajo.*

*A la Licenciada María Morales, por su contribución a la elaboración de este estudio.*

*A todas las personas que hicieron posible la realización de este estudio.*

## **Resumen**

### ***Introducción:***

La toma de radiografías intraorales, en Odontología es muy útil como medio diagnóstico y al mismo tiempo es un procedimiento tan sencillo y rutinario, pero sus consecuencias pueden ser perjudiciales para las personas que laboran en torno a los equipos de rayos X dentales. Por tanto nuestro trabajo monográfico esta dirigido a evaluar la dosis de radiación a la que se expone el personal de la Facultad de Odontología de la UNAN-León.

### ***Objetivo:***

Conocer, mediante la comparación con lo límites nacionales e internacionales, el verdadero nivel de riesgo al que están expuestos los docentes, asistentes dentales y estudiantes del V, IV y III curso en la Facultad de Odontología de la UNAN-León, a través de la dosimetría personal mediante la evaluación de la dosis equivalente personal  $H_p(10)$ , en el período comprendido de agosto a septiembre 2006.

### ***Procedimiento y método:***

Es un estudio de tipo descriptivo de corte transversal.

El universo estuvo constituido por los docentes, asistentes dentales y estudiantes de V, IV y III curso de la Facultad de Odontología.

Se facilitaron dosímetros personales calibrados para medir la dosis equivalente personal  $H_p(10)$ , los cuales fueron portados durante un mes y posteriormente LAF-RAM envió los resultados de las mediciones.

Los datos se vaciaron y analizaron con el paquete estadístico SPSS WIN11.

### ***Resultados:***

El 70% de la muestra son mujeres entre las edades de 19-26 años.

La dosis máxima obtenida fue de 0.365mSv y la dosis mínima de 0.00mSv.

De las 60 personas que participaron en el estudio, 50 de ellas no utiliza ningún medio de protección radiológica personal.

***Conclusiones:***

Ninguna de las dosis obtenidas en el estudio sobrepasa el límite permisible al mes, establecido por la ICRP que es de 1.66mSv.

# **INDICE**

	Página
Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Justificación.....	6
Planteamiento del problema.....	7
Objetivos.....	8
Marco Teórico.....	9
Procedimiento y Método.....	30
Resultados.....	33
Discusión de resultados.....	37
Conclusiones.....	39
Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41
Anexos.....	44

## **INTRODUCCIÓN**

En el año 1895 se realizó el descubrimiento de las radiaciones ionizantes, de forma accidental aplicándose desde sus inicios en el diagnóstico médico, la industria e investigaciones por pioneros en este campo, sin que se supiera los efectos colaterales, que llevaron a estos investigadores a la muerte por diferentes causas.<sup>1</sup>

En los primeros años de la radiología dental, algunos odontólogos sostenían la película en la boca del paciente, práctica que dio como resultado que sus manos se expusieran a continuas dosis de radiación primaria y que, con el paso del tiempo, los tejidos expuestos se dañaran tanto que las pequeñas heridas en la piel tuvieran dificultad para sanar, y que, en algunos casos, fuera necesaria la amputación de parte de sus manos.<sup>2</sup>

Al inicio del siglo XX se publican las primeras recomendaciones y regulaciones referentes a la protección contra el uso de las radiaciones y se crean las primeras organizaciones para la protección radiológica.<sup>3</sup>

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), reconstituida con este nombre en 1950 sobre la base de una comisión análoga fundada en 1928, surge con el objetivo de establecer la filosofía de la protección radiológica fundamentada en los conocimientos científicos sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Sus conclusiones, que se dan a conocer a través de recomendaciones, proporcionan asesoramiento sobre los principios fundamentales que sirven de base al establecimiento de una protección radiológica adecuada, y han constituido una base sólida para las normas reguladoras de los distintos países de acuerdo con sus prácticas y políticas habituales.<sup>3</sup>

El objetivo fundamental del sistema de protección radiológica recomendado por la ICRP es el de garantizar un nivel elevado de protección, sin limitar indebidamente la obtención de los beneficios que se derivan del uso de radiaciones ionizantes. Se considera, que una práctica (uso de radiaciones ionizantes) está **justificada** cuando el beneficio que comporte (obtención de energía eléctrica, información diagnóstica,...) compense el daño ocasionado como consecuencia de la exposición a la radiación. Además, el asumir un modelo lineal y sin umbral para los efectos de tipo estocástico, obliga a que las dosis se mantengan tan bajas como sea

razonablemente alcanzable, teniendo presente factores económicos y sociales. Ello comporta un proceso de **optimización**, de modo que en las prácticas se han de adoptar mejoras hasta que se alcance un punto donde el coste de estas mejoras no se vea compensado por la disminución del coste asociado al "detrimento radiológico".<sup>4</sup>

Además, a fin de garantizar un adecuado grado de protección individual, también se impone unos **límites individuales de dosis**. Adicionalmente a estos límites que protegen al individuo, cada día es más usual el uso de las denominadas **restricciones de dosis asociado a una práctica**. Estas pueden expresarse en forma de dosis individual máxima asociada a una práctica determinada y también como dosis colectiva (suma de todas las dosis individuales) máxima asociada a dicha práctica.<sup>4</sup>

Resumiendo, el sistema de protección radiológica actualmente recomendado por la ICRP está basado en tres principios fundamentales:

- Justificación
- Optimización
- Limitación de dosis

A los que se ha a añadir las restricciones de dosis asociadas a la práctica.<sup>4</sup>

Los principios generales que orientan la protección radiológica del personal ocupacionalmente expuesto tienden a mantener bajo control las situaciones de inevitable exposición crónica a las radiaciones. Si bien tales principios y las normas que de los mismos se derivan constituyen una guía en la que debe quedar contemplada toda situación práctica posible, no puede prescindirse en ninguna circunstancia del criterio y juicio profesional en su aplicación. De allí que la adecuada instrucción de quienes intervienen en tareas que implican exposición a las radiaciones y los responsables de su control constituye un aspecto esencial de todo programa de protección radiológica.<sup>24</sup>

Actualmente se ha desarrollado el concepto de radioprotección a tal punto se han creado organizaciones científicas mundiales para estudiar estos efectos. Esto indica la importancia de controlar cuantitativamente la dosis efectiva recibida por



los trabajadores, a fin de lograr la máxima seguridad durante el empleo de las radiaciones ionizantes<sup>1</sup>.

En Nicaragua la asamblea nacional aprobó la Ley No. 156, el 23 de Marzo de 1993 Publicado en La Gaceta No. 73 del 21 de Abril de 1993 <sup>21</sup>sobre radiaciones ionizantes a fin de proteger la salud y el bienestar del pueblo nicaragüense y desde entonces se han venido trabajando sobre la misma estableciéndose en Nicaragua la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) sin que hasta el momento no existiera conocimiento sobre el nivel de radiaciones ionizantes al que esta expuesto el personal que labora en con los rayos X en los hospitales,<sup>1</sup> y de la misma forma en la Facultad de Odontología de la UNAN-León.

Esta comisión (CONEA) establece sus normativas acerca de los efectos de la radiación en el personal médico y paramédico, así como sus ventajas, complicaciones e indicaciones, siendo de carácter obligatorio su conocimiento y aplicación por el personal que labora en el departamento de rayos X sobre el nivel de radiación ionizante a que se exponen y las medidas y precauciones que deben tomarse.<sup>1</sup>

## **ANTECEDENTES**

En Nicaragua se realizó un estudio Monográfico titulado NIVELES DE RADIACION EN EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO.

DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA DEL HOSPITAL ESCUELA "ROBERTO CALDERON GUTIÉRREZ" Managua, Enero 2002 - noviembre 2003. Dicho estudio concluye que los niveles de radiación en el personal ocupacionalmente expuesto se considera que son normales en relación a las normas establecidas para esos períodos. Y que el 80% del total de la muestra hace uso de chalecos de protección por el personal en estudio, al igual que se usa mampara de protección en el 82.9 % por el personal donde siempre se hace uso de dosímetro en el 94.30% del total del personal.<sup>1</sup>

En la Universidad de El Salvador, Facultad de Odontología se realizó un estudio titulado: ESTUDIO DE RIESGO Y EXPOSICION A LA RADIACION IONIZANTE EN EL PERSONAL ODONTOLOGICO EN CLINICAS PRIVADAS DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR realizado en julio del 2002, en el cual se concluye que el grado de riesgo a que están sometidos el odontólogo y el personal auxiliar es mínimo o no existe. Concluye también que los odontólogos investigados tienen conocimiento sobre protección radiológica en grado variable: 94% en promedio; sin embargo, en la práctica no lo utilizan óptimamente para reducir la radiación durante las exposiciones.<sup>5</sup>

En la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Facultad de Medicina, se realizó un estudio sobre la EVALUACIÓN MEDIANTE DOSIMETRÍA TLD DE LAS DOSIS DE RADIACIÓN EN LOS EXÁMENES RADIOLÓGICOS DE TÓRAX, el cual tuvo lugar en dos centros hospitalarios de la ciudad, evaluando las dosis del examen de rutina de tórax para adultos. Concluyendo de la siguiente manera: ninguna toma presentó la irradiación superior a la señalada por organizaciones de la salud. Los valores de las desviaciones estándar se deben a los cambios en las condiciones técnicas de las exploraciones, los cuales pueden ser dictados por la

experiencia y el "instinto" profesional de los técnicos aún cuando se ha procurado mantener la evaluación únicamente en los casos de los pacientes tipo promedio.<sup>23</sup>

En Cali, Colombia se hizo un estudio sobre la ESTIMACIÓN DE DOSIS EN MANOS RECIBIDAS EN INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS QUE UTILIZAN INTENSIFICADOR DE RAYOS X en el cual se concluye que las medidas obtenidas en comparación con los límites mensuales permitidos concluyen hasta este punto del estudio, que las dosis recibidas en manos por el personal involucrado son mínimas. Siendo la dosis recibida por el cirujano principal la mayor de todas. Estos primeros resultados catalogan el procedimiento como seguro, y arrojan mediciones de dosis similares a las reportadas por otros estudios en otras instituciones de diversos países.<sup>25</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

Pretendemos con el presente estudio, conocer el nivel de exposición a la radiación de los docentes, asistentes dentales y estudiantes del V, IV y III curso en la Facultad de Odontología a través de la dosimetría personal, ya que es esta la vía óptima que permite conocer el verdadero nivel de riesgo al que están expuestos.

Así también pretendemos saber si la Facultad cuenta con los radioprotectores necesarios, a fin de contribuir a que los sujetos de estudio que están expuestos se protejan contra los efectos nocivos de la radiación ionizante, reduciendo así, la dosis de radiación tan baja como sea razonablemente posible.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿A que dosis de radiación X están expuestos los docentes, asistentes dentales y estudiantes de V, IV y III curso de la Facultad de Odontología de la UNAN-León, debido a la toma de radiografías en el período comprendido de agosto a septiembre del 2006?

## **OBJETIVOS**

### **General:**

Conocer, mediante la comparación con los límites nacionales e internacionales, el verdadero nivel de riesgo al que están expuestos los docentes, asistentes dentales y estudiantes del V, IV y III curso en la Facultad de Odontología de la UNAN-León, a través de la dosimetría personal mediante la evaluación de la dosis equivalente personal  $H_p(10)$ , en el período comprendido de agosto a septiembre 2006.

### **Específicos:**

1. Describir las características de los sujetos en estudio.
2. Medir mediante dosimetría personal la dosis equivalente personal  $H_p(10)$  en docentes, asistentes dentales y estudiantes de V, IV y III curso.
3. Determinar el uso adecuado de los medios de protección radiológica en función de los resultados dosimétricos.

## **MARCO TEÓRICO**

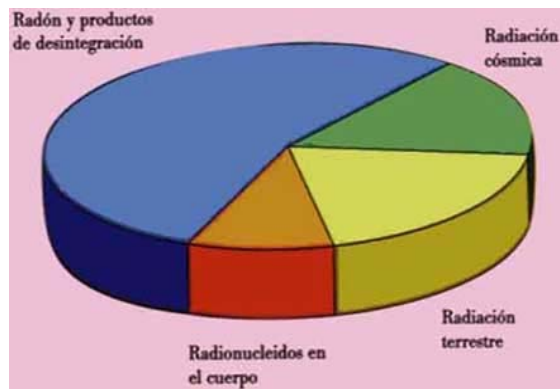
Desde el descubrimiento de los Rayos X por Röntgen, profesor y director del Instituto de Física de la Universidad de Wurtzburgo, en Alemania, el 8 de noviembre de 1895, hace dos siglos, el tema de radiación y sus efectos en el ser humano ha sido una de las mayores preocupaciones que ha tenido la humanidad, a esto hay que añadir el enorme auge que ha tenido en el desarrollo de la ciencia y la tecnología la utilización de radioisótopos tanto en la industria, la agricultura, así como en la medicina. Y es en este último campo (con fin diagnóstico en Odontología) donde se fundamenta el presente trabajo que consiste en saber hasta dónde las personas que trabajan con equipos de rayos X se ven afectados por las actividades que desarrollan, saber cuánta dosis recibe su organismo; y dentro de qué límites podemos trabajar sin que ello tenga alguna repercusión futura.<sup>1</sup>

Estas y muchas otras inquietudes acerca de medidas de protección y seguridad se ha hecho la humanidad desde el descubrimiento de los rayos X y la radioactividad.

La utilización de fuentes y equipos por el personal vinculado al uso de los mismos para diferentes tipos de estudios y tratamientos, en la rama médica principalmente, debe ser atendida con énfasis en la protección del personal, para ello se debe evaluar periódicamente el comportamiento de la dosis recibida por los mismos.

Por otra parte, el hombre ha estado siempre expuesto a fuentes naturales de radiación, cuya intensidad depende de cada lugar y varía con el tiempo. Las causas de esta radiación natural son la radiación procedente del espacio exterior y la existencia en nuestro planeta de elementos radiactivos.

Con respecto al ser humano, que sufre sus efectos, las fuentes naturales de radiación se pueden agrupar en dos grandes categorías:



**EXTERNAS;** La productoras de radiación procedente del espacio exterior (radiación cósmica), y los materiales radiactivos presentes en la corteza terrestre (radiación terrestre).

**INTERNAS;** Las debidas a la presencia en el cuerpo humano de radionucleidos procedentes del medio ambiente, que penetran en el organismo por ingestión e inhalación, tales como: potasio-40 ( $^{40}\text{K}$ ), carbono  $^{14}\text{C}$ , radio  $^{226}\text{Ra}$ , etc.<sup>1, 5,6</sup>

Estas fuentes naturales de radiación dan lugar a una dosis absorbida por el hombre, cuya cuantía varía de unos lugares a otros. A la exposición producida por esta radiación natural, llamada también radiación de fondo, hoy se suma la debida a ciertas actividades humanas que, desde hace aproximadamente un siglo, y escalonadamente, han venido a aumentar de forma notoria las dosis recibidas por la humanidad en general (creación de fuentes artificiales de radiación e introducción de tecnologías que implican la utilización de radiaciones).

A este respecto, debe señalarse que una de las grandes contribuciones a la dosis total que muchos individuos reciben al cabo del año procede del propio campo de la medicina, donde la aplicación de radiaciones ha crecido continuamente, y de forma especial en las áreas de radiodiagnóstico, diagnóstico en medicina nuclear y terapia con radiaciones ionizantes.

La necesidad de protegerse contra los efectos perjudiciales de las radiaciones ionizantes ya se hizo patente al poco tiempo de comenzar la utilización de rayos X con fines médicos. Actualmente, los beneficios de la utilización de las radiaciones ionizantes pueden obtenerse con un alto grado de seguridad, siempre que los procedimientos de trabajo se fundamenten en el conocimiento y la precaución, no el miedo y la ignorancia.<sup>1</sup>



## CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL

Por razones de seguridad, vigilancia y control radiológico, las personas que trabajan en las instalaciones con riesgo radiológico se clasifican, en función de las condiciones en que realizan su trabajo, como:

### **Trabajadores expuestos**

Son personas que, por las circunstancias en que se desarrolla su trabajo, bien sea de modo habitual, bien sea de modo ocasional, están sometidas a un riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes susceptible de entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Los estudiantes y personas en formación, mayores de dieciocho años, que, durante sus estudios, se encuentren expuestos a las radiaciones ionizantes, se consideran incluidos en esta categoría.<sup>1, 8, 9, 10.</sup>

Los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías:

#### **Categoría A:**

Pertencen a esta categoría los que puedan recibir una dosis efectiva superior a 6mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.<sup>8</sup>

#### **Categoría B:**

Pertencen a esta categoría aquellos para los que es muy improbable que reciban dosis superiores a 6mSv por año oficial, o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.<sup>8</sup>

La condición de trabajador expuesto de categoría A exige obligatoriamente:

- Superar el reconocimiento médico de ingreso y los reconocimientos periódicos.
- Haber recibido formación en protección radiológica.

- Utilizar obligatoriamente dosímetros individuales que midan la dosis externa, representativa de la totalidad del organismo, siempre que realice trabajos que supongan riesgos de exposición externa.
- Utilizar dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas, en el caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo
- Someterse a los controles dosimétricos pertinentes, en caso de existir riesgo de contaminación interna.<sup>8</sup>

La condición de trabajador expuesto de categoría B exige obligatoriamente:

- Haber recibido formación en protección radiológica.
- Estar sometido a un sistema de vigilancia dosimétrica que garantice que las dosis recibidas son compatibles con su clasificación en categoría B.<sup>8</sup>

A cada trabajador expuesto le será abierto:

1. Un protocolo médico, con su documentación sanitaria individual, conteniendo los resultados del examen de salud previo a su incorporación a la instalación y los exámenes médicos anuales y otros.
2. un historial dosimétrico individual, que en el caso de personas de categoría A debe contener como mínimo las dosis mensuales, las dosis acumuladas en cada año oficial y las dosis acumuladas durante cada período de 5 años oficiales consecutivos, y en el caso de personas de categoría B, las dosis anuales determinadas, o estimadas, a partir de los datos de la vigilancia radiológica de zonas.<sup>8</sup>

**Límites de dosis para los trabajadores expuestos**

El límite de dosis efectiva es 20 mSv en un año. Este valor debe de ser considerado como el promedio en cinco años consecutivos (100 mSv en 5 años, no pudiendo excederse 50 mSv en cualquiera año oficial). La dosis semanal se establece de 0.4 mSv.<sup>1, 8, 9, 11</sup>

**Límites de dosis para personas en formación y estudiantes**

Los límites de dosis para personas en formación y estudiantes que deban manejar fuentes radiactivas por razón de sus estudios serán:

- a) Si los estudiantes tienen dieciocho años o más, iguales a los límites establecidos para los trabajadores expuestos.
- b) Si los estudiantes tienen más de dieciséis años y menos de dieciocho años, el límite de dosis efectiva es de 6 mSv por año oficial.

Los límites de dosis equivalente para cristalino, piel, manos, antebrazos, pies y tobillos son de los tres décimos de los límites establecidos para los trabajadores expuestos.

- c) Si los estudiantes tienen menos de dieciséis años, iguales a los límites establecidos para los miembros del público.<sup>8, 10, 11</sup>

Según el Reglamento de Nicaragua, en el Capítulo X, los límites son los siguientes:

**Arto N°71.**

Para los aprendices de 16 o 18 años que son entrenados para empleos que involucran exposición a la radiación y para los estudiantes en el mismo intervalo de edad quienes requieren del uso de fuentes en el curso de sus estudios, la exposición ocupacional debe estar controlada de tal manera que los límites siguientes no sean excedidos :

- a) Una dosis efectiva de 6 mSv en un año.
- b) Una dosis equivalente para cristalino de 50 mSv en un año
- c) Una dosis equivalente para las extremidades o piel de 150 mSv en un año.

## **Condiciones Ocupacionales**

### **Arto N°81**

Los trabajadores que estén sujetos a exposición ocupacional, deberán :

- a) Ser mayores de 18 años.
- b) Estar registrados y autorizados por la Autoridad Competente.

### **Arto N°82**

A ninguna persona menor de 18 años se le deberá permitir trabajar en zonas controladas sin supervisión. Las únicas actividades a las que se les autoriza son las indicadas en el punto (71)

### **Arto N°83**

Ninguna persona menor a los 16 años deberá estar sujetos a exposición ocupacional.

### **Arto °84**

La mujer trabajadora, tan pronto conoce o presupone su estado de gravidez, debe notificar su condición al titular, con objeto de que éste adapte sus condiciones de trabajo respecto de la exposición ocupacional, de manera de asegurar que el embrión o feto tendrán el mismo nivel de protección que los individuos del público.<sup>22</sup>

## **UNIDADES DE MEDIDA**

Dos medidas son esenciales en la radioprotección: la medida de la dosis de radiación absorbida por el cuerpo y la evaluación del riesgo asociado a esta dosis absorbida.

Se crearon pues dos unidades: el Gray y el Sievert.<sup>25</sup>

EL GRAY: LA MEDIDA DE LA DOSIS ABSORBIDA

Cuando encuentran la materia, las radiaciones ionizantes entran en colisión con los átomos que las constituyen. Durante estas interacciones, depositan una parte o la totalidad de su energía. La dosis absorbida (expresada en Gray) es definida por la información de esta energía registrada sobre la masa de materia. Un Gray corresponde a una energía registrada de un Julio en un kilogramo de materia.<sup>25</sup>

## EL SIEVERT: LA EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

Con el fin de expresar en una misma unidad el riesgo de aparición de los efectos estocásticos asociados al conjunto de las situaciones de exposición posibles, los físicos desarrollaron un indicador llamado "dosis eficaz", cuya unidad de medida es el sievert (Sv), del nombre del físico sueco que fue uno de los pioneros en la protección contra las radiaciones ionizantes. La dosis eficaz se calcula a partir de la dosis (expresada en Gy) absorbida por los distintos tejidos y órganos expuestos, aplicando factores de ponderación que tienen en cuenta el tipo de radiación (alfa, beta, gamma, X, neutrones), de las modalidades de exposición (externo o interno) y la sensibilidad específica de los órganos o tejidos (véase. cuadros). Por definición, la dosis eficaz, expresada en SV, no puede utilizarse sino para evaluar el riesgo de aparición de efectos estocásticos en el hombre, y no puede emplearse ni para los efectos agudos ni para los efectos sobre la fauna y la flora.<sup>25</sup>

Hay que señalar que se utilizan dos submúltiplos del sievert muy frecuentemente: el millisievert o milésima de sievert, tenido en cuenta mSv; y el microsievert o millonésimo de sievert, tenido en cuenta  $\mu$ Sv.<sup>25</sup>

## Las unidades de medida<sup>25</sup>

TAMAÑO MEDIDO	SISTEMA INTERNACIONAL (SI)	DEFINICIÓN (SI)
Dosis absorbida	GRAY (Gy)	1 Gy: energía registrada de un julio por kilogramo de materia.
Dosis equivalente y dosis eficaz	SIEVERT (Sv)	Sv: Gray multiplicado por un factor de ponderación consustancial a cada radiación y órgano.

## Los factores de ponderación de las radiaciones<sup>25</sup>

Photonos (gamma, X)	1
Electrones (beta)	1
Neutrones	5 a 20
Protones	5
Partículas alfa, iones pesados	20

## Mediciones de la dosis en pacientes y testigos

Para poder medir la cantidad de dosis de radiaciones alcanzadas mediante las radiografías odontológicas hay que tener en cuenta, por una parte, la carga natural de radiación y, por otra parte las dosis producidas por las medidas diagnósticas en la medicina general.<sup>1</sup>

La calibración del dosímetro es generalmente realizada bajo condiciones simplificadas en un maniquí (fantomas) apropiado.<sup>1</sup>

## ¿Cómo medimos la radiación ionizante?

Con la realización de la dosimetría personal, evaluamos la dosis que reciben las personas ocupacionalmente expuestas, y la comparamos con los límites internacionales que fueron tomados como referencia para reglamento de protección radiológica.

Como no somos capaces de sentir la existencia de la radiación ionizante, necesitamos instrumentos que nos indiquen su presencia y nos la cuantifiquen. Los dosímetros personales son los aparatos con los que podemos medir la dosis. Y pueden ser de película fotográfica y de termoluminiscencia.

Para dosimetría personal por termoluminiscencia se define lo siguiente:

**Dosis equivalente personal (individual), penetrante  $H_p(d)$ :** es la dosis equivalente en tejidos blandos, bajo un punto específico en el cuerpo a una profundidad,  $d$ , que es adecuado para radiación fuertemente penetrante.<sup>14</sup>

**NOTA:** La profundidad recomendada,  $d$ , en términos de monitoreo de  $H_p(d)$  es de 10mm y puede escribirse como  $H_p(10)$ .\*

**Dosis equivalente personal (individual), superficial  $H_s(d)$ :** es la dosis equivalente en el tejido blando, bajo un punto específico en el cuerpo a una profundidad,  $d$ , que es adecuado para radiación débilmente penetrante.<sup>14</sup>

**NOTA:** La profundidad recomendada,  $d$ , en términos de monitoreo de  $H_p(d)$  es de 7mm y puede escribirse como  $H_p(7)$ .\*

\*Según la [IEC 1066](#): Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring

## DOSIMETRÍA PERSONAL



La dosimetría Personal consiste en medir, persona a persona, la dosis que recibe en su trabajo diario; además, nos sirve de base para evaluar de manera inmediata el grado de eficacia de los sistemas de Protección Radiológica<sup>1, 8, 15</sup>

El dosímetro se debe de colocar en aquella posición que sea más representativa de la parte más expuesta de la superficie del tronco.<sup>8</sup>

### MÉTODOS MÁS USUALES PARA LLEVAR A CABO UNA DOSIMETRÍA PERSONAL:

1. Dosimetría de cámara de ionización (Dosímetro de Bolsillo)
2. Dosimetría de Termoluminiscencia (TLD)
3. Dosimetría de Película Fotográfica (Filme)<sup>1</sup>



#### **Dosimetría de Cámara de ionización (Dosímetro de Bolsillo)**

Poseen una apariencia externa de un lapicero y se usan para obtener, de manera inmediata, el valor de la exposición (mR) a que se ha estado sometido.<sup>1</sup>

El modelo más usual en cámaras de ionización de bolsillo, sirve para evaluar radiación gamma y para las partículas beta que atraviesen las paredes de la cámara.<sup>1</sup>



### **Dosimetría de Película Fotográfica (filme).**

Están basados en los mismos principios que las películas fotográficas impresionadas por acción de la luz o que la de las radiografías con rayos X.

Mediante un proceso químico denominado de revelado, se puede poner de manifiesto la imagen latente dejada por la radiación en la película dosimétrica. Las radiaciones transfieren energía a la emulsión excitando a los electrones, formando átomos de plata, patentizando el ennegrecimiento aparecido en la película por efecto de las radiaciones y no apreciable a simple vista.<sup>1</sup>

### **Dosimetría de Termoluminiscencia (TLD)**



La Termoluminiscencia es una característica física de ciertos materiales cristalinos llamados fósforos. Ellos absorben energía de la radiación ionizante y liberan esta en forma de luz cuando son calentados a temperaturas superiores a 200 grados Centígrados.<sup>1</sup>

La intensidad de luz puede ser medida y relacionada con la dosis de radiación. Varias formas de fósforo son utilizadas como dosímetros termo luminiscente, por ejemplo, el Fluoruro de Litio (LiF) y Borato de Litio (LiB) los cuales tienen una respuesta lineal entre los 100 uSv y los 5 Sv. El LiF y el LiB son aproximadamente tejido equivalente y son usados en dosímetros que no requieren sistemas complejos de filtros.<sup>1</sup>

Ventajas:<sup>16</sup>

- Es muy preciso
- Las mediciones se puede archivar
- Las pastillas de fluoruro de litio son reutilizables

Inconvenientes:<sup>16</sup>

- Por la acción de temperaturas elevadas se puede producir la desexcitación por sí solo.

## **MEDIDA DE LA EXPOSICIÓN EXTERNA**

La magnitud de las dosis potenciales y el tipo de dosímetro usado influye en el período de portación, esto es con cuanta frecuencia se debe cambiar el dosímetro.

Los dosímetros pasivos (no de lectura directa) deben ser portados por períodos no cortos (por ejemplo, cuatro semanas) cuando hay riesgo de exposiciones muy grandes. Los dosímetros para monitoreo externo entero deben sujetarse sobre la ropa entre el cuello y el pecho. Cuando se usa ropa protectora. Es necesario que el lugar en donde se sujeta el dosímetro este libre de monedas u otros elementos.<sup>11</sup>

## **EFFECTOS DAÑINOS DE LA RADIACIÓN IONIZANTES DAÑOS POR RADIACIONES EN LAS PERSONAS.**

Los Daños que pueden recibir los seres humanos debido a las radiaciones se subdividen en dos tipos según la cantidad de dosis absorbida.

Estas son:

Según la ICRP 60 Y 26 se define como sigue:

A) Daños por efectos estocásticos (o probabilísticas) debido a dosis pequeñas: son aquellos para los cuales la probabilidad que se produzca un efecto por radiaciones pero no el grado de gravedad de este, depende de la dosis de energía. En otras palabras en pequeña dosis de radiación es probable que produzca un daño. No hay umbral es decir, puede ser que aunque estemos por debajo los valores limites es posible que se presente un efecto.<sup>2, 16, 17</sup>

Ejemplos: son los efectos genéticos y los carcinogénicos.

B) Daños por efectos no estocásticos (o determinísticos) debido a dosis grandes: son aquellos para los cuales el grado de gravedad del daño por radiaciones es una función de dosis.

Ejemplos: las reacciones cutáneas, como eritema, depilación, descamación, cataratas, fibrosis y daño hematopoyético.<sup>2, 16, 17</sup>

## **Efectos biológicos que producen las radiaciones ionizantes**

### **Existen dos clases de efectos biológicos:**

Los somáticos, que afectan a la persona expuesta a la radiación, y los genéticos, que no la dañan aparentemente, pero que se manifiestan en las generaciones aun por nacer.<sup>18</sup>

### **Efectos somáticos**

En general se dividen los efectos somáticos en dos tipos: efectos tempranos y efectos a largo plazo. Los primeros se presentan a los cuantos días o semanas. Posteriores a la radiación; mientras que en los segundos hay un periodo latente durante el que no pasa nada, y los efectos se pueden observar años después de la exposición.<sup>16, 18</sup>

### **Efectos genéticos**

En 1920 se descubrió que la exposición a la radiación ionizante implica el riesgo de un daño genético. Esto significa que los niños de las generaciones futuras pueden transportar incapacidades genéticamente determinadas, como el resultado inconsciente de las actuales exposiciones a la radiación. Para que haya riesgos genéticos, las gónadas del individuo que todavía no procrea deben exponerse a los rayos X; como es obvio, no hay riesgo para las mujeres después de la menopausia, y muy rara vez para los hombres de mayor edad. En cambio casi todos los pacientes jóvenes corren riesgos, al igual que los fetos.<sup>16, 18</sup>

### **Riesgos de irradiación y protección radiológica contra las radiaciones**

En el trabajo con radiaciones ionizantes puede presentarse un **Riesgo de irradiación**, el cual ocurre cuando la radiación que recibe el individuo procede de fuentes no incorporadas a su cuerpo. En general, se tendrá irradiación cuando el haz radiactivo proceda de fuentes externas a la persona (equipo de Rayos X, materiales radioactivos fuera del cuerpo...)<sup>1</sup>

La edad y sexo, tipo y tiempo de exposición a las radiaciones desempeñan a este respecto un papel. Las personas jóvenes están notablemente más amenazadas

que los adultos, junto a las lesiones somáticas que con frecuencia aparecen decenios después y por ello difícilmente permiten reconocer una relación de casualidad entre la radiación y la enfermedad, aparecen lesiones teratógenas y genéticas que amenazan la herencia.<sup>13</sup>

### **Factores de Riesgo según grupos de edades<sup>13</sup>**

GRUPOS DE EDADES (AÑOS)	MULTIPLICACION DE LOS FACTORES DE RIESGO
10-20	x2
20-30	x1.5
30-50	x0.5
50-80	x0.3

### **Dosis límites recomendadas**

La comisión internacional de radioprotección (ICPR) ha venido dando recomendaciones a través de los años en materia de radioprotección. A medida que el conocimiento científico acerca de los efectos de las radiaciones es mayor, la ICPR ha venido recomendando cada vez dosis límites menores para los trabajadores que tienen que interaccionar con la radiación.<sup>12</sup>

La más reciente recomendación en este sentido es la correspondiente al año 1990 y es conocida como ICPR-60. Estas dosis límites corresponden a personas expuestas durante su trabajo y no a personas que reciben tratamiento o le realizan diagnóstico por medio de radiación.<sup>11</sup>

### Exposición ocupacional de la mujer

- a) Si no esta embarazada se considera igual que el hombre.
- b) Si esta embarazada se aplica una dosis límite de 2 mSv durante todo el embarazo.<sup>12</sup>

## **LA RADIOPROTECCIÓN**

## Concepto:

Disciplina científico-práctica encargada de elaborar criterios, métodos y vías para evaluar la acción de las radiaciones ionizantes como factor perjudicial al hombre y a su medio y, en consecuencia, establecer las medidas (administrativas, técnicas, médico, sanitarias y otras) tendientes a asegurar que las exposiciones a dichas radiaciones se mantengan dentro de límites aceptables.<sup>1, 12</sup>

## PROTECCIÓN RADIOLOGICA

Los Principios Básicos que hay que seguir son:



1. **DISTANCIA**, es decir hay que mantenerse lo más alejado posible de la fuente de radiación ionizante.<sup>11</sup>
2. **TIEMPO**, se debe de estar el menor tiempo posible expuesto a la fuente de radiación ionizante.<sup>12</sup>
3. **BLINDAJE**, es decir uno debe protegerse utilizando uno el blindaje de las paredes del equipo y los delantales de plomo.<sup>12</sup>

Según el Dr. Fabio Morales, en su escrito sobre Fundamentos de Física de Radiaciones, protección radiológica y aseguramiento de la calidad, **para garantizar la protección radiológica en el uso de los rayos X hay que considerar tres aspectos:**<sup>12</sup>

- 1.- Medidas de protección para pacientes que necesitan un diagnóstico o tratamiento con rayos X.
- 2.- Medidas de protección para el personal.

## **MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA PACIENTES**

1.- Se debe alcanzar la calidad de la imagen necesaria en las radiografías con la mínima exposición a las radiaciones.

2.- Evitar la repetición de las tomas de placas originadas por errores.

3.- Hacer siempre una evaluación riesgo-beneficio. Es decir siempre hay que hacerse las preguntas.

¿Es necesario radiar tanto al paciente para este diagnóstico?

¿Es posible radiar tanto al paciente para este diagnóstico?

4.- Ahorrar exposición haciendo buen uso de la técnica. Es decir esto se logra cuando hacemos una ubicación precisa del foco, hacemos la elección adecuada de placas sensibles y usamos una buena técnica de revelado.

5.- Proteger bien al paciente en lugares que no necesita ser radiado con chalecos de plomo. También hay que buscar la posición más provechosa para la toma de la placa.

6.- Si un familiar o técnico tiene que ayudar o sujetar a un paciente durante la aplicación de rayos X siempre se debe de proteger con chalecos de plomo al que ayuda.

7.- Toda placa debe ser autorizada por un médico.

8.- Todos los procedimientos de operación y de servicio debe estar por escrito.<sup>10, 12</sup>

## **MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA EL PERSONAL**

1.- Evitar los rayos directos.

2.- Mantenerse alejado lo mas que pueda de la fuente de radiación.

3.- Trate de estar el menor tiempo posible expuesto a la radiación.

4.- Usar chalecos blindados con plomo y verificar si el equipo donde esta la fuente de radiación tiene el blindaje adecuado. Los delantales de plomo deben tener 0.35mm de plomo frontalmente y 0.25 mm en la espalda y deben de cubrir desde el cuello hasta 10 cm. debajo de la rodilla. Los guantes de plomo deben tener una capa de 0.25mm de plomo.

5.-Siempre deben portar dosímetros termoluminiscente mientras estén laborando expuestos a las radiaciones. La dosis recibida por el personal no deben exceder los límites internacionales.

6.-Es prohibida la participación de personas menores de 16 años.

7.-Es prohibida la participación de mujeres embarazadas.

8.-Se debe verificar si las paredes y las puertas en donde se encuentra el equipo de rayos X tienen el blindaje correcto basado en las normas técnicas.

9.-Se debe señalar las paredes con el símbolo internacional (el conocido trébol) de la Organización Internacional de Normalización y escribir "entrada prohibida".

10.- Deberá elaborarse un plan de emergencia radiológica en caso de accidentes.

11.- Todo Trabajador expuesto a las radiaciones ionizantes debe haber aprobado un curso de protección radiológica aprobado por la autoridad regulatoria competente.

12.- Deberá instalarse una luz roja en la parte exterior de la entrada al cuarto de rayos X la cual deberá encenderse automáticamente al estar irradiando el equipo.<sup>12</sup>

## **ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

1.- Los equipos de rayos X deben de calibrarse cada año y después de cada reparación, esta calibración debe de ser hecha con un kvpímetro, un cronometro especial para rayos X y con una cámara de ionización especial para rayos X. Es necesario medir experimentalmente la capa hamirreductora.

2.- Se debe revisar diario visualmente la calidad de las placas.

3.- La procesadora debe trabajar con los químicos de la misma marca de esta. No se deben usar químicos para revelado manual en el revelado automático y viceversa.

4.-Se deben de hacer controles de calidad según protocolos reconocidos, como por ejemplo el protocolo español de la sociedad española de radio protección que recoge la experiencia de varios países del mundo.

5.-Hay que mantener una actualización técnica continua a través de charlas y cursos.

6.- Se debe verificar si los delantales de plomo están con su blindaje de plomo en buen estado.<sup>12, 19</sup>

### **¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBE TENER UN EQUIPO DE RAYOS X DENTAL?<sup>20</sup>**

1. El Kilovoltaje no debe ser menor que 50 kVp, prefiriéndose equipos con valores entre 65 - 90 KVp.
2. La filtración mínima total del tubo debe ser de 1,5mm de aluminio (Al) para equipos que tienen hasta 70 kVp, y de 2,5mm Al para equipos con más de 70 kVp. Esta filtración ayuda a reducir la radiación de baja energía que solo llega a la piel del paciente y que no contribuyen en la obtención de la imagen.
3. El cabezal del tubo debe poseer un blindaje adecuado para reducir la radiación de fuga a menos de 1 mSv/h a 1m del tubo de rayos X.
4. Se debe usar un cono-espaciador o cilindro para definir el campo en la radiografía dental corriente (utilizando películas intraorales), que asegure una distancia mínima foco-piel de 20cm para aparatos que funcionan a más de 60 kV y de 10cm para aparatos que funcionan a 60 kV o menos. Este tipo de colimador disminuye la radiación dispersa a otros órganos y tejidos del paciente, así como en el operador.
5. Se deben utilizar preferentemente los cilindros metálicos abiertos en los extremos o conos divergentes en vez de los conos convergentes (vértice sobre la piel), y el diámetro del campo en el extremo del cono no debe exceder 6cm y en ningún caso debe ser mayor de 7,5cm.
6. Debe haber en el comando la indicación del tiempo de exposición, corriente y tensión aplicada al tubo de rayos X. En el caso de que la tensión y corriente sean constantes, estos valores deben estar impresos claramente en el aparato de rayos X.
7. Para radiografía dental convencional, el límite máximo del cronómetro (timer) que mide la exposición no debe exceder 5 segundos. Es



imperativo que el cronómetro pueda reproducir fielmente los tiempos cortos de exposición que se necesitan para películas hipersensibles. El disparador debe ser de rearme y solamente debe funcionar cuando se le mantiene presionado.

8. El equipo de rayos X debe ser mantenido en condiciones adecuadas de funcionamiento y ser sometido a verificaciones de desempeño regularmente, dentro de un programa de control de calidad.

#### **b. ¿CÓMO DEBE SER EL AMBIENTE DONDE FUNCIONA EL EQUIPO?<sup>20</sup>**

1. El equipo de rayos X puede ser instalado en el consultorio o en otro ambiente o sala, donde las paredes tengan un espesor mínimo de 15cm de ladrillo sólido o 1mm de plomo. Este ambiente debe contar con la señal de advertencia de radiaciones.

2. Se debe evitar la instalación de equipos pantográficos en la misma sala de cirugía odontológica donde se llevan a cabo muchas actividades distintas, ya que existe la posibilidad de incrementar la exposición de otras personas ajenas al examen radiográfico.

3. Es necesario tener una barrera de protección para el operador, cuyo espesor sea de 0,5mm de plomo o de 15cm de concreto, cuando la cantidad de trabajo es mayor de 250 películas periapicales o 30 panorámicas (u otra) por semana.

#### **c. ¿QUÉ REGLAS SE DEBEN SEGUIR PARA EL MANEJO DEL EQUIPO?<sup>20</sup>**

1. No debe dirigirse el haz directo hacia ninguna otra persona que no sea el paciente y hacia al área de examen.

2. La placa radiográfica siempre debe ser sostenida por el paciente.

3. El equipo debe dispararse a una distancia no menor a 2m del tubo, colocándose el operador preferiblemente en un ángulo entre 90° y 135° del eje del haz.

4. El paciente debe ser protegido por un delantal plomado en la zona gonadal.

5. La silla donde se examina al paciente debe estar dispuesta de manera que el haz directo se dirija a zonas desocupadas o poco transitadas.
6. Se debe ajustar la técnica y tomar en cuenta las normas de protección especialmente cuando se radiografíen niños y mujeres embarazadas.
7. Se debe tener especial cuidado en el revelado de las películas. En forma periódica se debe hacer un mantenimiento de la caja o sistema de revelado.
8. Las personas que asisten a los niños u otras personas, deben evitar la radiación directa y colocarse un delantal plomado. Una misma persona no debe realizar esta actividad regularmente.
9. En forma periódica, al menos una vez cada dos años, se debe someter el equipo a un control de calidad. Este servicio puede ser solicitado a la Dirección General de Seguridad Radiológica del IPEN, así como otros relacionados con la protección contra radiaciones.

#### **MUJERES EN EDAD DE CONCEBIR, GESTANTES, LACTANTES.**

Las Gestantes son particularmente sensibles, pues el feto esta en una etapa primaria de formación. Por eso esta normado que no se irradie **antes de los cinco meses de embarazo**, y solo se realice cuando la situación clínica lo haga indispensable.

Los Lactantes (niños menores de un año) son igualmente sensible, pues sus tejidos se encuentran en rápida multiplicación. Esta normado que solo se irradie cuando la situación clínica lo haga indispensable.

En todos estos casos, cuando es necesario irradiar, debe extremarse todas las medidas, tales como: limitación de haz, uso de blindaje, no repetición de radiografías etc.

Debemos hacer la exposición cuando estemos seguros que la radiografía va a quedar bien. <sup>12</sup>

## **PROCEDIMIENTO Y MÉTODO**

### **TIPO DE ESTUDIO:**

Descriptivo de corte transversal.

**ÁREA DE ESTUDIO:** Las Clínicas de la Facultad de Odontología, ubicadas en la primera y segunda planta del edificio principal del complejo docente de la salud y en las clínicas de Ayapal ubicada frente a la BCS de la UNAN-León.

La Facultad de Odontología consta con 6 equipos de rayos X, de los cuales 3 de ellos son los más utilizados.

### **UNIVERSO**

Estuvo representado por todos los docentes, asistentes dentales y estudiantes del V, IV y III curso de la Facultad de Odontología UNAN-León en el período agosto-septiembre 2006.

### **MUESTRA:**

6 docentes, 4 asistentes dentales, 10 estudiantes de V, 20 estudiantes de IV y 20 estudiantes de III curso de la Facultad de Odontología UNAN-León.

### **TIPO DE MUESTREO:**

Se seleccionó la muestra de acuerdo a la cantidad de dosímetros que se nos facilitaron.

### **INSTRUMENTO Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

LAF-RAM (Laboratorio de Física Radiación y Metrología) UNAN-Managua nos facilitó el préstamo de 60 dosímetros personales, por medio de un contrato de servicio de 1 mes (22 de agosto al 21 de septiembre 2006) entre LAF- RAM y Facultad de Odontología UNAN- León.

Se les entregó los dosímetros personales a las personas que aceptaron ser partes de nuestra muestra de estudio; también se les informó los cuidados que debían tener con el mismo.

Cada portador de dosímetro al final de su jornada laboral, llenaba una ficha control la cual contenía; si tomo o no radiografía, cuántas radiografías tomo, Cuantas horas permaneció en las clínicas de la Facultad y si utilizó o no alguna protección radiológica.

Pedimos a los portadores de dosímetros que los retiraran por las mañanas de la sala de decanatura y al final de su labor lo regresaran a la misma, hicimos esto para garantizar así que los dosímetros no salieran del área de estudio. (Clínicas de la Facultad de odontología)

Al cabo del mes de muestreo, regresamos los dosímetros al LAF \_RAM. UNAN-Managua, para que estos fuesen evaluados y dicho laboratorio envió el reporte de dosimetría a la Facultad de Odontología. Los datos se vaciaron y analizaron con el paquete estadístico SPSS WIN 11.

## OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	CONCEPTO	VALOR	INDICADOR
<b>Edad</b>	Tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento hasta la fecha actual.	Años	Encuesta
<b>Sexo</b>	Condición orgánica que distingue al macho de la hembra en el seno de cada especie.	Femenino Masculino	Encuesta
<b>Ocupación</b>	Término usado para referirse a la capacidad que tienen las personas para practicar las actividades, tareas y funciones desempeñado en el área de trabajo	Docente Asistente dental Estudiante de V, IV, y III curso	Encuesta
<b>Dosis equivalente personal <math>H_p(10)</math></b>	Dosis absorbida en todo el cuerpo ponderada por la calidad de la radiación y de la radiosensibilidad de los órganos y tejidos irradiados.	Milisievert	Dosímetros personales
<b>Radio protección</b>	Disciplina científico-práctica encargada de elaborar criterios para evaluar la acción de las radiaciones ionizantes como factor perjudicial para el hombre.	Mandril de plomo Cuello tiroideo Guantes plomados Gafas plomadas	Encuesta

## RESULTADOS

**TABLA 1.** Distribución por sexo y por edad de los docentes, asistentes dentales y estudiantes de V, IV y III curso de la Facultad de Odontología de la UNAN-León, en el período comprendido de agosto a septiembre del 2006.

	GRUPO									
	Docentes		Asistentes		V		IV		III	
	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%
EDAD 19-26 años					10	100.0%	20	100.0%	20	100.0%
42-64 años	6	100.0%	4	100.0%						
SEXO F	4	66.7%	4	100.0%	8	80.0%	13	65.0%	13	65.0%
M	2	33.3%			2	20.0%	7	35.0%	7	35.0%

En cuanto a la distribución por sexo y por edad; un 66.7% de los docentes son mujeres y el otro 33.3% son varones. En el grupo de las asistentes el 100% son mujeres. Ambos grupos se encuentran entre las edades de 42-64 años. En el V curso el 80% son mujeres y un 20% son varones. En el IV curso el 65% son mujeres y el 35% son varones, al igual que en el III curso. Todos los estudiantes se encuentran entre las edades de 19-26 años.

**TABLA 2.** Registro de Dosis Equivalente personal (mSv) acumulada en docentes, asistentes dentales y estudiantes del V, IV y III curso de la Facultad de Odontología de la UNAN-León, en el período comprendido de agosto a septiembre del 2006.

		GRUPO				
		Docentes	Asistentes	V	IV	III
CANTIDAD DE RADIACIÓN ACUMULADA	n	4	6	20	20	10
	Media	.072	.037	.074	.056	.069
	Desviación típica	.050	.024	.069	.045	.086
	Mínimo	.032	.016	.020	.000	.000
	Máximo	.164	.071	.239	.149	.365

En el grupo de los docentes la cantidad media de radiación acumulada fue de 0.072mSv, la mínima de 0.032mSv y la máxima de 0.164mSv. En las asistentes dentales la media fue de 0.037mSv, la mínima de 0.16mSv y la máxima de 0.071mSv. En el V curso la media fue de 0.074mSv, la mínima de 0.020mSv y la máxima de 0.239mSv. En el IV curso la media fue de 0.056mSv, la mínima de 0.000mSv y la máxima de 0.149mSv. En el III curso la media fue de 0.069mSv, la mínima de 0.000mSv y la máxima de 0.365mSv.

**TABLA 3.** Medidas de protección individual utilizadas por los docentes, asistentes dentales y estudiantes de V, IV y III curso de la Facultad de Odontología de la UNAN-León, en el período comprendido de agosto a septiembre del 2006.

	GRUPO									
	Docentes		Asistentes		V		IV		III	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
USO DE MEDIOS DE PROTECCIÓN DE Mandril de plomo			2	50.0%			2	10.0%	4	20.0%
							2	10.0%		
			2	50.0%	10	100.0%	16	80.0%	16	80.0%
Ninguno	6	100.0%								

Con respecto al uso de protección radiológica individual, el 100% de los docentes afirmó que no utiliza ninguna al tomar radiografías. El 50% de las asistentes aseveraron que utilizan protección y el otro 50% no utiliza ninguna. En el V curso el 100% de los estudiantes no utiliza ninguna protección. En el IV curso el 10% dijo que utiliza mandril de plomo, un 10% utiliza mandril al igual que, cuello tiroideo y un 80% no utiliza ninguna protección. En el III curso el 20% utiliza mandril y el 80% no utiliza ninguno.

**TABLA 4.** Conocimiento de la existencia de medios de protección radiológica individual por los docentes, asistentes dentales y estudiantes de V, IV y III curso de la Facultad de Odontología la UNAN-León, en el período comprendido de agosto a septiembre del 2006.



		GRUPO									
		Docentes		Asistentes		V		IV		III	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>CONOCIMIENTO SOBRE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN</b>	<b>Puertas</b>	3	50.0%	2	50.0%	4	40.0%	3	15.0%	9	45.0%
	<b>Paredes</b>							3	15.0%		
	<b>Ambos</b>	2	33.3%	2	50.0%	1	10.0%	7	35.0%	9	45.0%
	<b>Ninguno</b>	1	16.7%			5	50.0%	7	35.0%	2	10.0%

En cuanto al conocimiento sobre los medios de protección radiológica individual, un 50% de los docentes piensa que hay puertas de plomo, un 33.3% que existen ambos y en 16.7% que no existe ninguno. El 50% de las asistentes piensa que hay puertas de plomo y el otro 50% que existen ambos. En el V curso el 40% cree que hay puertas de plomo, el 10% que existen ambos y el 50% que no hay ninguno. En el IV curso un 15% piensa que hay puertas, otro 15% que hay paredes de plomo, un 35% que existen ambos y un último 35% que no hay ninguno. En el III curso un 45% cree que hay puertas de plomo, otro 45% que existen ambos y un 10% que no existe ninguno.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

De los resultados obtenidos en el estudio dosis equivalente Hp (10) en el personal ocupacionalmente expuesto que labora en la Facultad de Odontología, en el periodo de agosto a septiembre del 2006, podemos afirmar lo siguiente:

En cuanto a la edad del personal ocupacionalmente expuesto, la gran mayoría corresponde al grupo de 19-26 años, con un predominio del sexo femenino en todos los grupos.

En el cargo del personal en estudio, se incluyeron a todas las personas que laboran en el departamento de rayos X, desde estudiantes, asistentes dentales y docentes de la Facultad.

Los resultados muestran que si, hay niveles de radiación en el personal, pero que son bajos en relación a la dosis semanal y mensual establecidas, lo cual concuerda con los resultados del estudio hecho en de la republica de el Salvador sobre el riesgo y exposición a la radiación ionizante entre personal odontológico en clínicas privadas realizado por José Benjamín López Guillen<sup>5</sup>. Así también en un estudio hecho en Caracas, Venezuela, los resultados obtenidos no superan la dosis máxima establecida por la ICRP<sup>23</sup>. De igual forma en el estudio hecho en Colombia sobre la estimación de dosis en manos recibidas en intervenciones quirúrgicas que utilizan intensificador de rayos X, se concluye que las medidas obtenidas en comparación con los límites mensuales permitidos son mínimas.<sup>25</sup>

La mayor dosis encontrada fue en una estudiante del III curso, pero que aun esta por debajo de lo permisible. Las dosis más bajas correspondieron a estudiantes del III y IV curso. En comparación al estudio realizado en Nicaragua<sup>1</sup> los resultados obtenidos en nuestro estudio fueron un poco más bajos. Cabe recalcar que la dosis mas elevada no correspondió a la persona que realizó más tomas radiográficas.

En cuanto al uso de los medios de protección individual, encontramos que la gran mayoría de los sujetos en estudio no utilizan ninguna protección al momento de tomar las radiografías. Lo cual puede deberse a la falta de suficientes medios de protección en las clínicas de la Facultad, o bien a la falta de práctica del conocimiento sobre la seguridad personal. Podemos decir entonces, que

concuera con el estudio realizado en el Salvador<sup>5</sup>, en el cual los sujetos en estudio tampoco utilizan los medios de protección al realizar las tomas de radiografías.

Encontramos también que la mayoría de los sujetos en estudio no tienen un adecuado conocimiento sobre los medios de protección que se encuentran en el sitio donde toman radiografías o tienen una percepción errada del mismo, lo cual nos demuestra que existe muy poco o ningún flujo de información al respecto por parte de la institución encargada.

## **CONCLUSIONES**

1. La mayoría de los sujetos de estudio son mujeres, entre las edades de 19-26 años.
2. La dosis máxima que se obtuvo en el estudio corresponde a 0.365mSv, aproximadamente lo correspondiente al límite semanal establecido para el trabajador
3. La dosis mínima obtenida en el estudio fue de 0.000mSv. Es decir, solamente se registro la dosis del fondo natural de radiación
4. La mayoría de los sujetos de estudio no utiliza ningún medio de protección radiológica individual al tomar las radiografías.

## **RECOMENDACIONES**

1. Equipar las clínicas con suficientes medios de protección radiológica personal (mandriles y collares tiroideos).
2. Colocar el señalamiento adecuado que indiquen la presencia de equipos de rayos X dentales al momento de ingresar a las clínicas de la Facultad.
3. Todas las personas laboralmente vinculadas a actividades radiológicas y expuestas a las radiaciones deberán ser informadas sobre los peligros de su uso, así como sobre las disposiciones legales vigentes.
4. Los aparatos de rayos X deben ser dispuestos de modo que el personal de servicio, presente en la exposición, se encuentre a una distancia mínima de 2m detrás del tubo. Se debe disponer, además de un diafragma, del filtro correspondiente y de un tubo de distancia, que hagan imposible el acercamiento a la piel a menos de 10cm. La distancia foco-piel deberá ser de 10 cm. para voltajes del tubo hasta de 60KV y, para valores de mayor voltaje de 20cm.
5. El personal expuesto a la radiación se debe someter a revisión física y médica para control de las dosis irradiadas y de sus acciones. Cabe recalcar que por revisión física se entiende la dosimetría obligatoria (llevar un dosímetro individual), que ha de ser verificado por un laboratorio oficialmente reconocido.
6. El estudio realizado se fundamenta en los resultados dosimétricos evaluando la magnitud  $H_p(10)$ , se hace necesario realizar un estudio más exhaustivo de la dosis en extremidades (dedos y muñecas) así como en el cristalino.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Ruíz Picado, Heizell. Niveles de radiación en el personal ocupacionalmente expuesto. Departamento de Radiología del Hospital escuela Roberto Calderón Gutiérrez, Managua, Enero 2002-2003.  
[http://www.minsa.gob.ni/bns/monografias/Full\\_text/radiologia/niveles\\_radiacion.PDF](http://www.minsa.gob.ni/bns/monografias/Full_text/radiologia/niveles_radiacion.PDF) Consultado: 15/mayo/2006.
2. L.R. Manson Hing (1987) Efectos biológicos, protección contra rayos X e higiene radiológica” Fundamentos de radiología dental” (pp.99-117). Editorial: El Manual Moderno S.A. de C.V. Segunda edición.
3. Protección radiológica de las personas.  
[http://www.csn.es/plantillas/frame\\_nivel1.jsp?id\\_nodo=271&&keyword=&auditoria=F](http://www.csn.es/plantillas/frame_nivel1.jsp?id_nodo=271&&keyword=&auditoria=F) Consultado: 15/mayo/2006
4. Protección Radiológica  
<http://www.fisicaysociedad.es/view/default.asp?cat=549> Consultado: 24/mayo/2006
5. López Guillen, José Benjamín. Riesgo y exposición a la radiación ionizante entre personal odontológico en clínicas privadas de la republica de el salvador Protección radiológica en Odontología. Trabajo monográfico no publicado.
6. Radiación, antes, durante y después de las situaciones de emergencia radiológica OPS 1997. <http://www.helid.desastres.net/?e=d-0who---000--1-0-010---4-----0--0-10l--1en-5000---50-about-0---01131-0011-0utfZz-8-0-0&a=d&c=who&cl=CL1.6&d=Jh0194s.6> Consultado: 07/marzo/2007.
7. Friedrich Antón Pasler (1991) Riesgo de irradiación y protección contra las radiaciones” Radiología Odontológica” Editorial: ediciones científicas y técnicas; S.A. Segunda edición.
8. PO-3 PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.  
[http://www.iconcologia.net/catala/hospitalet/menu\\_serveis/imatges/po3\\_manual\\_pr.pdf](http://www.iconcologia.net/catala/hospitalet/menu_serveis/imatges/po3_manual_pr.pdf) Consultado: 10/mayo/2007.
9. Organización panamericana de la salud. publicación científica N0 467 “recomendaciones de la comisión internacional de protección radiológica”

10. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-157-SSA1-1996, SALUD AMBIENTAL. PROTECCION Y SEGURIDAD RADIOLOGICA EN EL DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X.  
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/157ssa16.html> Consultado: 18/mayo/2006.
11. Federación Mexicana de Anestesiología.  
<http://www.fma.org.mx/documentos/ver.php?doc=39> Consultado: 17/mayo/2006.
12. Morales, Fabio. Fundamentos de Física de Radiaciones, protección radiológica y aseguramiento de la calidad. Primera Edición, Managua, Nicaragua 2000. Edición de CONEA Págs. 1-80.
13. Radiation Protection. European Guidelines on radiation protection dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. Issue N<sup>o</sup> 136.
14. Primera edición 1991. "Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environment monitoring.
15. Pan American Health Organization. 1997" Organization, Development, Quality Assurance and Radiation Protection in Radiology Services: Imaging and Radiation Therapy. Editor: Cari Borrás, DSc, FACR.
16. Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, 1992. Colección guías de seguridad 1. Las radiaciones ionizantes.
17. Fundamentos de radioprotección. <http://pdf.rincondelvago.com/fundamentos-de-radioproteccion.html> Consultado: 13/marzo2007.
18. N.J.D. Smith (1984) Riesgos de la radiografía." Radiología dental" (pp. 45-50) Editorial: LIMUSA. Primera edición.
19. Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, 1992. Colección guías de seguridad 2. Reglas generales en el diagnostico radiográfico odontológico.
20. Disposiciones de protección para el uso de equipos de rayos X dentales. [http://www.odontomarketing.com/numeros%20anteriores/ART\\_55\\_AG\\_OSTO\\_2002.htm](http://www.odontomarketing.com/numeros%20anteriores/ART_55_AG_OSTO_2002.htm) Consultado: 5/marzo/2007.
21. Protección Radiológica.

- [www.modestomontoya.org/libros/ProteccionRadiologica.pdf](http://www.modestomontoya.org/libros/ProteccionRadiologica.pdf) Consultado: 15/junio/2006.
22. Ley sobre las radiaciones ionizantes  
[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/FF7E779D884CE6A20625713100631B8B?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/FF7E779D884CE6A20625713100631B8B?OpenDocument) Consultado: 27/mayo/2007.
23. HAHN MENDOZA, DG. Evaluación Mediante Dosimetría TLD de las Dosis de Radiación en los Exámenes Radiológicos de Tórax. Caracas julio del 2000  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-04692000000200015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-04692000000200015&script=sci_arttext) Consultado: 18/marzo/2007.
24. Protección Radiológica Ocupacional.  
<http://www.ib.cnea.gov.ar/~protrad/docs/CEATEN/Ocupacional.pdf> Consultado: 5/marzo/2007.
25. S. O. Benavides y J. C. Rojas. Estimación de dosis en manos recibidas en intervenciones quirúrgicas que utilizan intensificador de rayos X.  
[http://www.sociedadcolombianadefisica.org.co/revista/Vol35\\_2/articulos/pdf/3502444.pdf](http://www.sociedadcolombianadefisica.org.co/revista/Vol35_2/articulos/pdf/3502444.pdf) Consultado: 18/marzo/2007.
26. La medida de la radiación y la evaluación de sus efectos. <http://www.sievert-system.org/WebMasters/sp/mesure.html> Consultado: 18/marzo/2007



**ANEXOS**

## **PRECAUCIONES PARA EL USO DEL DOSÍMETRO:**

1. No exponer intencionalmente el dosímetro al rayo directo de la máquina de rayos X.
2. No golpearlo, no rayarlo, ni ensuciarlo.
3. No llevárselo a su casa. Dejarlo con el responsable de los dosímetros en su centro.
4. No mojarlo.
5. No dejarlo sobre superficies muy calientes tales como: transformadores, estufas, cocinas, etc.
6. Portarlo a la altura del pecho.
7. No quitarle ninguna pieza al dosímetro ni intentar abrirlo. No rayarlo, no pegar cinta Adhesiva.
8. No Intercambiar sin autorización del físico responsable de las mediciones en el hospital.
9. Usarlo diario durante el trabajo. <sup>1</sup>

## **DEFINICIONES UTILIZADAS EN LA TERMINOLOGÍA TLD<sup>1</sup>**

Las siguientes definiciones están acorde a la International Electrotechnical Comisión (IECI066); Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring.

**Termoluminiscencia (TL):** Propiedad que presentan ciertas substancias, normalmente la emisión de luz, la cual es inducida por radiación cuando la sustancia es calentada después de haber sido expuesta a radiación ionizante o ultravioleta (UV). Estrictamente la propiedad debe ser referida como radio termoluminiscencia, pero la forma abreviada termoluminiscencia es usualmente adecuada.

**Material Termoluminiscente (TL):** Sustancia que presenta la propiedad de la termoluminiscencia.

**Detector Termoluminiscente (TL) – Abreviado a Detector :** Una cantidad específica de material TL, o de tal material incorporado en otro material no luminiscente dentro de una matriz, estando definida por su masa, forma y tamaño o la masa del material incorporado en la matriz.

### **Dosímetro Termoluminiscente (TL) Abreviado a Dosímetro:**

Un dispositivo pasivo consistiendo de uno o más detectores TL. Los cuales pueden estar ubicados dentro de un porta dosímetro ( apropiado a la aplicación ), diseñado para ser portado sobre el cuerpo de las personas o ubicado en un ambiente para los propósitos de valorar la dosis equivalente apropiada en la posición ( o cerca de la misma ) en donde es ubicado.

### **Lector Termoluminiscente (TL) – Abreviado Lector:**

Instrumento usado para medir la luz emitida de los detectores en los dosímetros termo luminiscente, consistiendo esencialmente de un dispositivo de calentamiento, un dispositivo de medición de la luz y la electrónica asociada.

**Sistema de Dosimetría Termoluminiscente (TL) – Abreviado a Sistema:**

El dosímetro TL, lector, todo el equipo asociado y procedimiento usados para obtener el valor evaluado.

**Dosímetro Personal (TL):**

Dosímetro diseñado para ser portado sobre el cuerpo.

**Lectura:**

Proceso de medición de la luz emitida cuando un detector termoluminiscente es calentado dentro del lector TL.

**Valor de Lectura:**

Valor indicado por un lector TL después de la lectura de un detector, expresado en unidades apropiadas a la salida del lector.

## ENCUESTA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN-León.

Por medio de la presente nosotras las estudiantes de V curso de odontología solicitamos nos colabore a llenar esta encuesta para la elaboración de nuestra tesis, la cual se titula:

Dosis equivalente  $H_p(10)$  en docentes, asistentes dentales y estudiantes de V, IV y III curso de la Facultad de Odontología de la UNAN-León.

Agosto a septiembre 2006.

Marque con una "x" la opción que usted considere adecuada.

1. Edad \_\_\_\_\_ 2. Sexo F\_\_\_ M\_\_\_

3. Docente \_\_\_ Asistente \_\_\_ Estudiante: V\_\_\_ IV\_\_\_ III\_\_\_

4. ¿Qué tipo de protección radiológica utiliza usted al momento de tomar una radiografía?

Mandril de plomo \_\_\_ Cuello tiroideo \_\_\_ Ambos \_\_\_

Ninguno \_\_\_ Otros \_\_\_

Si su respuesta fue otros, diga cuál(es)? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. ¿Qué medidas de protección conoce usted que estén presentes en el sitio donde usted toma radiografías?

Paredes de plomo \_\_\_ Puertas de plomo \_\_\_ Ambos \_\_\_

\_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_ Otros \_\_\_

Si su respuesta fue otros, diga cuales \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. ¿Conoce usted cada cuánto tiempo se le da mantenimiento a los aparatos de rayos x que utiliza en las clínicas?

SI\_\_\_\_\_

NO\_\_\_\_\_

Si su respuesta fue positiva, diga cada cuánto tiempo:

---



Panel de control de equipo de Rayos X



Cubículos de Rayos X



Mandril de plomo



Tubos de Rayos X



### FICHA DE CONTROL DIARIO

Fecha	Horas en Clínica	¿Cuántas Radiografías tomó?	¿Usó protección radiológica?
22/08/06			
23/08/06			
24/08/06			
25/08/06			
28/08/06			
29/08/06			
30/08/06			
31/08/06			
01/09/06			
04/09/06			
05/09/06			
06/09/06			
07/09/06			
08/09/06			
11/09/06			
12/09/06			
13/09/06			
14/09/06			
15/09/06			
18/09/06			
19/09/06			
20/09/06			