

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



TESIS

**NIVEL DE DOSIS DE RADIACIÓN IONIZANTE EN LOS
ALUMNOS DE LA CLINICA ESTOMATOLOGICA DE LA
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, 2016”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

CIRUJANO DENTISTA

TESISTA

Bach. MILLER RAMIREZ, Cindy Natalie

ASESOR

CD. AZAÑEDO RAMIREZ, Victor Abrahaam

HUÁNUCO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Huánuco, siendo las 10:00 A.M. del día 09 del mes de Mayo del año dos mil dieciocho se reunieron en la Sala de Conferencias de la Clínica Estomatológica del Jr. 2 de Mayo N° 635, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunió el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. C.D: Jubert Guillermo Torres Chávez	Presidente
Esp. C.D. Saldi Rosario Castro Martínez	Secretaria
Dra. C.D. María Luz Preciado Lara	Vocal

Nombrados mediante la Resolución N° 484-2018-D-FCS-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **“NIVEL DE DOSIS DE RADIACIÓN IONIZANTE EN LOS ALUMNOS DE LA CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, 2016”**, presentada por la Bachiller en Odontología, la **Srta. Miller Ramírez, Cindy Natalie**; para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándola Aprobada por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 18 y cualitativo de Muy Bueno

Siendo las 11:00 A.M. del día 09 del mes de Mayo del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
Dirección Regional de Salud
Hospital Regional "Hermilio Valdizan Medrano"

C.D. Mg. Jubert Torres Chávez
C.O.P. N° 4829
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

Mg. C.D: Jubert Guillermo Torres Chávez
PRESIDENTE

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
Dirección Regional de Salud
Hospital Regional "Hermilio Valdizan Medrano"

C.D. Saldi Castro Martínez
Especialista Radiología Oral y Maxilofacial
COP 3837 - RNE 1457

Esp. C.D. Saldi Rosario Castro Martínez
SECRETARIA

Dra. C.D. María Luz Preciado Lara
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
E. A.P. DE ODONTOLOGÍA



CONSTANCIA

HACE CONSTAR:

Que la Bachiller: Srta. Miller Ramírez, Cindy Natalie; ha aprobado la Sustentación de Tesis Titulada "NIVEL DE DOSIS DE RADIACIÓN IONIZANTE EN LOS ALUMNOS DE LA CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, 2016", para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista, realizada el día 09 de Mayo del 2018 a horas 10:00 A.M. en la Sala de Conferencias de la Clínica Estomatológica del Jr. 2 de Mayo Cuadra N° 635 de esta ciudad, tal como consta en el Acta respectiva de Sustentación de Tesis.

Se expide la presente para los fines pertinentes.

Huánuco, 11 de Mayo del 2018.



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. S.D. Marlon Apac Palomino
Director E.A.P. Odontología

Cada pequeño logro lo dedico a nuestro Dios que es amo, dueño y señor de este mundo y que nada hubiera sido posible con su ayuda y bendición. Todo lo puedo con Cristo que me fortalece (Filipenses 4:13)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi padre por su esfuerzo constante y dar más allá de sus fuerzas para poder concretar cada proyecto y así poder cumplir mis objetivos, por su paciencia y por confiar siempre en mí a lo largo de estos años.

A mi madre por su sabiduría y siempre darme fortaleza y apoyo constante y ser el apoyo constante de mi padre en todo tiempo. A mis hermanos por su paciencia y comprensión.

Agradezco también a los odontólogos docentes de la Universidad quienes me encaminaron y enseñaron todos los conocimientos a lo largo de estos años, por ser buenos profesionales en especial al C. D. Victor Azañedo Ramírez quien no solo fue un buen maestro sino también fue un gran apoyo para concretar este proyecto de investigación.

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar la dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.

MATERIALES Y MÉTODOS: El tipo de investigación pertenece al trasversal, prospectivo; con un nivel de investigación descriptivo y método observacional. La muestra estuvo representado por 10 alumnos de la clínica estomatológica, seleccionado a través del método de muestreo no probabilístico por conveniencia. Para la recolección de datos se utilizó la ficha evaluativa dosimétrica como instrumento.

RESULTADO: Según la prueba de hipótesis se encontró el resultado del valor de significancia (χ^2 : 5.99 81) aceptando que, no existe alta dosis de radiación ionizante en los alumnos.

CONCLUSIÓN: El 70% de alumnos informaron haber percibido la cantidad de dosis de radiación ionizante 820 mSv); el 80% tomaron radiografías de 1 a 2 placas por día, el 90% indicaron que las medidas de protección radiológica eran incompletas.

SUGERENCIAS: Emplear los resultados de esta tesis para brindar información actualizada, a partir de los cuales se tome como referente para la mejora de protección radiológica.

PALABRAS CLAVE: dosis, radiación ionizante.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To determine the dose of ionizing radiation in the students of the stomatological clinic of the University of Huánuco, 2017.

MATERIALS AND METHODS: The type of research belongs to the transversal, prospective; with a level of descriptive research and observational method. The sample was represented by 10 students from the stomatological clinic, selected through the method of non-probabilistic sampling for convenience. For data collection, the dosimetric evaluation sheet was used as an instrument.

RESULT: According to the hypothesis test, the result of the significance value was found (χ^2 : 5.99 81) accepting that there is no high dose of ionizing radiation in the students.

CONCLUSION: 70% of students reported having received the amount of ionizing radiation dose 820 mSv); 80% took X-rays of 1 to 2 plates per day, 90% indicated that the radiological protection measures were incomplete.

SUGGESTIONS: Use the results of this thesis to provide updated information, from which it is taken as a reference for the improvement of radiological protection.

KEY WORDS: dose, ionizing radiation.

ÍNDICE

CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema-----	11
-	
1.2 Formulación del problema-----	11
1.3 Objetivo general y específicos-----	12
1.4 Justificación -----	13

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (Autor, título y conclusiones)-----	14

2.2. Bases Teóricas-----	18
--	
2.3. Definición de términos -----	34

2.4. Hipotesis-----	35

2.5. Sistema de variables-----	35

2.6. Operacionalización de variables-----	37

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación -----	38
--	
3.2. Diseño y esquema de investigación-----	38

3.3. Población y Muestra -----	39
--	
3.4. Instrumentos de recolección de datos-----	40
--	
3.5. Técnica de recojo, procesamiento y presentación de datos-----	41
--	

**CAPITULO IV
RESULTADOS**

4.1. Aplicación estadística-----	43

4.2. Contrastación de la hipótesis-----	49

**CAPÍTULO V
DISCUSIÓN**

CONCLUSIONES -----	52
--	
SUGERENCIAS -----	53
--	
BIBLIOGRAFÍA -----	54
--	
ANEXOS -----	57
--	

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla Nº 1	Edad	61
Tabla Nº 2	Genero	62
Tabla Nº 3	Dosis de radiación	64
Tabla Nº 4	Cantidad de radiografía por día	65
Tabla Nº 5	Medidas de protección radiológica	67

ÍNDICE DE GRAFICOS

		Pág.
Gráfico N° 1	Edad	61
Gráfico N° 2	Genero	63
Gráfico N° 3	Dosis de radiación	64
Gráfico N° 4	Cantidad de radiografía por día	66
Gráfico N° 5	Medidas de protección radiológica	67

INTRODUCCIÓN

Tras su descubrimiento por Roentgen en 1895, los rayos X fueron introducidos con tanta rapidez para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que casi en seguida comenzaron a encontrarse lesiones debidas a exposición excesiva a la radiación entre los primeros radiólogos, que todavía no eran conscientes de sus riesgos (Brown 1933). Las primeras lesiones fueron sobre todo reacciones cutáneas en las manos de quienes trabajaban con los primeros equipos de radiología, pero ya en el primer decenio se habían comunicado otros tipos de lesión, incluidos los primeros cánceres atribuidos a la radiación (Stone 1959)¹.

En el curso del siglo transcurrido desde estos primeros hallazgos, el estudio de los efectos biológicos de la radiación ionizante ha recibido un impulso permanente como consecuencia del uso cada vez mayor de la radiación en medicina, ciencia e industria, así como de las aplicaciones pacíficas y militares de la energía atómica. El resultado es que los efectos biológicos de la radiación se han investigados más a fondo que los de prácticamente cualquier otro agente ambiental. El desarrollo de los conocimientos sobre los efectos de la radiación ha determinado el perfeccionamiento de medidas para proteger la salud humana contra muchos otros peligros medioambientales, además de la radiación¹.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La radiación ionizante está en todas partes. Llega desde el espacio exterior en forma de rayos cósmicos. Está en el aire en forma de emisiones del radón radiactivo y su progenie. Los isótopos radiactivos que se originan de forma natural entran y permanecen en todos los seres vivos. Es inevitable. De hecho, todas las especies de este planeta han evolucionado en presencia de la radiación ionizante. Aunque los seres humanos expuestos a dosis pequeñas de radiación pueden no presentar de inmediato ningún efecto biológico aparente, no hay duda de que la radiación ionizante, cuando se administra en cantidades suficientes, puede causar daños².

La radiación ionizante indirecta es producida por partículas sin carga. Los tipos más comunes de radiación ionizante indirecta son los generados por fotones con energía superior a 10 keV (rayos X y rayos gamma) y todos los neutrones².

Por lo tanto esta problemática me ha con llevado a realizar este proyecto de investigación titulado, “Nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clinica estomatogica de la universidad de Huánuco, 2017”

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- **General**

¿Cuál es el nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017?

- **Específicos**

- **Pe1.** ¿Cuál es la cantidad de dosis de radiación ionizante recibido en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017?
- **Pe2.** ¿Cuál es la cantidad de radiografías por día que toman los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017?
- **Pe3.** ¿Cuáles son las medidas de protección radiológica en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- **General**

Determinar el nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2016.

- **Específicos**

- **Oe1.** Comprobar la cantidad de dosis de radiación ionizante recibido en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.
- **Oe2.** Determinar la cantidad de radiografías por día que toman los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.
- **Oe3.** Establecer las medidas de protección radiológica en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los efectos perjudiciales de la radiación ionizante sobre la salud humana son de una gran diversidad, y abarcan desde lesiones con resultado fatal rápido a cánceres, defectos de nacimiento y trastornos hereditarios que aparecen meses, años o decenios después. La naturaleza, frecuencia y gravedad de los efectos dependen de la radiación en cuestión, así como de la dosis y las condiciones de exposición.

Por otra parte el uso de quipos radiológicos para el apoyo al diagnóstico hoy en día es un procedimiento habitual en la consulta odontológica, el uso de la radiación es una actividad cotidiana de la vida moderna que conlleva un riesgo que debe de ser comparable con el riesgo asociado a otras acciones aceptadas por la sociedad. Estudios de salud pública indican que, en general, el riesgo que corre el público es diez veces menor que el riesgo que corre un trabajador en accidentes propios de su actividad.

En tal sentido, la presente tesis busca evaluar el nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco para poder contrastar si la radiación recibida por los estudiantes están dentro de las dosis normal que un individuo debe recibir en el transcurso de un año.

Mediante este estudio se pretende educar a los alumnos, profesionales odontólogos para concientizar sobre los problemas de salud como el cáncer, evitando el uso indiscriminado de los quipos radiológicos, así como fortalecer medidas preventivas para evitar estas neoplasias más adelante.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Internacionales

- **Raúl González Sánchez. Cuba 2015.** Determino los “Efectos biológicos de los Rayo-X en la práctica de Estomatología” cuyo objetivo fue actualizar los conocimientos sobre los efectos biológicos de los Rayos-X en la práctica estomatológica. La metodología utilizada fue una investigación básica, descriptiva, se realizó una revisión bibliográfica en las principales bases de datos médicas (Scielo, Pubmed, EBSCO, Hinari) de 27 materiales científicos escritos y electrónicos relacionados con el tema, utilizando los descriptores de búsqueda: rayos-X, radiaciones ionizantes, efectos nocivos. Resultados: se recopilaron datos sobre los efectos negativos que tienen las radiaciones ionizantes para el organismo humano, tanto a nivel molecular como del organismo como un todo. Además se obtuvo información relacionada con las especificidades de estos efectos en el personal de Estomatología que realiza estos procedimientos diagnósticos y para los pacientes, llegando a la Conclusión de que a pesar de que los pacientes no se someten a altas dosis de energía ionizante en los tratamientos estomatológicos, su uso inadecuado e irracional puede traer severas consecuencia³.
- **Sanzberro Valeria y Sdrigotti Ariel. Argentina 2014.** Determino las “Medidas de Bioseguridad en los servicios de diagnóstico por imágenes”, cuyo objetivo es describir cuales son las modalidades de empleo de las medidas de bioseguridad en los servicios de diagnóstico por imágenes. La metodología utilizada fue una investigación cualitativa, llegando a la conclusión que en el campo de la radiología se requiere del fortalecimiento de la capacitación orientada a la prevención sobre los riesgos posibles a los que se exponen pacientes y profesionales en cada jornada laboral⁴.

- **Jodar S et Al. España 2012.** Determino el “Manejo de las radiaciones ionizantes en instalaciones dentales españolas: intraorales y panorámicos” **cuyo objetivo** fue determinar las características de la radiología dental en la Comunidad Autónoma de Murcia, con el propósito de poder evaluar el grado de cumplimiento de las recomendaciones Oficiales de la Unión Europea. Utilizo una metodología de estudio descriptivo y transversal en una muestra de 1822 informes oficiales de control de calidad en radiodiagnóstico dental intraoral y 157 pertenecientes a exámenes panorámicos durante cinco años consecutivos. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que un tercio de los equipos dentales intraorales revisados presentan averías en su funcionamiento y un 6´24% en el caso de los panorámicos. Solamente un 63.54% de las instalaciones intraorales cumplirían con las recomendaciones oficiales al emplear equipos modernos que funcionan a 70 kVp, 8 mA, 20 cm. de distancia foco piel y 1.5 mm de Al. Se ha producido un descenso del 11.53% en las dosis medias administradas a lo largo del estudio, aumentando la empleada con aparatos panorámicos. La entrada en vigor de esta nueva legislación ha supuesto un descenso en las dosis medias de radiación administradas a los pacientes tras los cinco años de evolución analizados aunque se sigue incumpliendo las recomendaciones oficiales europeas sobre Protección Radiológica⁵.

- **Ana Rocío Castro Matamoros. Mexico 2010.** Determino la “Evaluación de las medidas de protección y los riesgos que implica la toma radiográfica, en las clínicas de la Facultad de Odontología Campus Minatitlán, durante el periodo Agosto-Noviembre 2010”, cuyo objetivo de estudio fue evaluar las medidas de protección para la toma radiográfica en todas las clínicas de la facultad de odontología de la universidad veracruzana campus Minatitlán, se utilizó una metodología de investigación descriptivo, prospectivo, se les aplicara el instrumento de evaluación a los alumnos de la facultad de Odontología que tengan el conocimiento de radiología dental, se llegó a la conclusión de que los alumnos de la facultad de odontología campus Minatitlán no utilizan las barreras de protección tanto evitar una sobre exposición a los rayos X y para evitar una contaminación

cruzada, debido a que no algunas barreras de protección no están presentes en algunas de las clínicas de la Facultad además del desconocimiento de cómo evitar una infección cruzada en las clínicas de la Universidad Veracruzana Campus Minatitlán⁶.

➤ **Claudia Lucrecia Quiroa Delgado. Guatemala 2009.** Determino el “Conocimiento que tienen los odontólogos de práctica general sobre medidas de protección (Tanto para el operador como para el paciente), en la utilización de rayos X en sus clínicas privadas de la ciudad de Guatemala 2009”, cuyo objetivo fue determinar el conocimiento que tienen los odontólogos de la práctica general sobre medidas de protección (tanto para el operador como para el paciente), en la utilización de rayos X en sus clínicas privadas de la ciudad de Guatemala 2009. Se utilizó una metodología de investigación descriptiva, prospectiva, en una muestra de 92 participantes, llegando a la conclusión que las medidas de protección que los odontólogos utilizan más son: la distancia en un 52.17%(48), pared sólida 39.13% (36), gabacha de plomo 26.09% (24), pared plomada 23.91% (22)⁷.

➤ **Antecedentes Nacionales**

➤ **López Torres GA y Del Águila Echevarría J. Perú 2014.** Determino los “Errores más frecuentes en la toma de radiografías periapicales y zona anatómica, clínica odontológica – Facultad odontología, UNAP 2006 – 2013”, cuyo objetivo de estudio fue identificar los errores más frecuentes en la toma de radiografías periapicales y su relación con la zona anatómica en donde se encuentra el diente, Clínica Odontológica, Facultad de Odontología, UNAP, periodo 2006-2013. Utilizo una metodología de investigación cuantitativa con un diseño experimental, descriptivo y correlacional en una muestra de 281 historias clínicas, llegando a la conclusión que en las 971 radiografías se encontraron 1,521 errores de los cuales el error más frecuentemente observado fue el de Distorsión Vertical tipo Escorsamiento con un 20.18%

(307 de 1,521). El segundo error más frecuentemente hallado fue la misma Distorsión pero en el maxilar inferior con un 19.4% (295 de 971). Llama la atención los otros errores encontrados, Encuadre, Película Doblada, Distorsión Vertical Tipo Elongación, Distorsión Horizontal y Media Luna, fueron hallados con valores muy bajos, siendo casi mínimos en algunos casos (Película Doblada 0.33%). Estos resultados fueron estadísticamente significativos⁸.

➤ **Karla Milagros Ochoa Cerrón. Perú 2013.** Determino la “Relación entre el nivel de conocimiento y la actitud hacia la aplicación de normas de bioseguridad en radiología de los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2013”, cuyo objeto de estudio es determinar la relación entre el nivel de conocimiento y la actitud hacia la aplicación de normas de bioseguridad en radiología de los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Utilizo una metodología de investigación descriptivo, trasversal en una muestra de 194 estudiantes, llegando a la conclusión que la mayoría de los estudiantes definieron correctamente bioseguridad, reconocieron las medidas de protección contra la irradiación por fuentes externas, supieron la ubicación del operador con respecto al cabezal de rayos X, así como del uso del posicionador de radiografías, la adecuada desinfección de estas y sobre la frecuencia del lavado de manos en un 74.8%, 74.3%, 71.6%, 81.7%, 80.7%, 76.6% respectivamente. Por otro lado; pocos estudiantes conocían la desinfección del paquete radiográfico luego de la toma y de la eliminación adecuada del líquido de revelado radiográfico en un 19.7% y 39% respectivamente⁹.

- **Antecedentes Regionales**

Después de realizar una búsqueda dedicada en los diferentes páginas virtuales, podemos decir que no existe trabajos de investigación sobre: SOBRE EMERGENCIAS MEDICO – ODONTOLÓGICAS; a nivel local.

2.2. BASES TEÓRICAS

- **Radiación ionizante**

La radiación ionizante consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas. Pero algunos tipos de radiación de energía relativamente baja, como la luz ultravioleta, sólo puede originar ionización en determinadas circunstancias. Para distinguir estos tipos de radiación de la radiación que siempre causa ionización, se establece un límite energético inferior arbitrario para la radiación ionizante, que se suele situar en torno a 10 kiloelectronvoltios (keV)¹⁰.

Los fotones de energía más baja interactúan sobre todo mediante el efecto fotoeléctrico, por el que el fotón cede toda su energía a un electrón, que entonces abandona el átomo o molécula, el fotón desaparece. Los fotones de energía intermedia interactúan fundamentalmente mediante el efecto Compton, en virtud del cual el fotón y un electrón colisionan esencialmente como partículas. El fotón continúa su trayectoria en una nueva dirección con su energía disminuida, mientras que el electrón liberado parte con el resto de la energía entrante (menos la energía de unión del electrón al átomo o a la molécula). La producción de pares sólo es posible con fotones cuya energía sea superior a 1,02 MeV. (Sin embargo, cerca de 1,02 MeV, el efecto Compton predomina todavía¹⁰).

Con un fotón dado puede ocurrir cualquiera de estos supuestos, salvo que la producción de pares sólo es posible con fotones de energía superior a 1,022 MeV. La energía del fotón y el material con el que interactúa determinan qué interacción es la más probable¹⁰.

- **Cantidades, Unidades y definiciones radiológicas**

La Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (ICRU) desarrolla definiciones formales de cantidades y unidades de radiación y radiactividad que tienen aceptación internacional. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) también establece normas para la definición y utilización de diversas cantidades y unidades empleadas en seguridad radiológica. A continuación se da la descripción de algunas cantidades, unidades y definiciones que se suelen emplear en seguridad radiológica¹¹.

- ✓ **Dosis absorbida.-** Es la cantidad dosimétrica fundamental de la radiación ionizante. En esencia, es la energía que la radiación ionizante imparte a la materia por unidad de masa¹¹.

- ✓ **Dosis efectiva.-** La dosis efectiva E es la suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo. Es una magnitud utilizada en seguridad radiológica, de manera que su empleo no es adecuado para medir grandes dosis absorbidas suministradas en un período de tiempo relativamente corto. Viene dada por¹¹:

- **Rayos X**

Los rayos X son una radiación electromagnética y, en ese sentido, son idénticos a los rayos gamma. La distinción entre rayos X y rayos gamma radica en su origen. Mientras que los rayos gamma se originan en el núcleo atómico, los rayos X resultan de interacciones entre electrones. Aunque a menudo los

rayos X tienen energía inferior a la de los rayos gamma, éste no es el criterio que los diferencia. Se pueden producir rayos X con energías mucho más elevadas que las de los rayos gamma procedentes de la desintegración radiactiva. La conversión interna antes explicada es uno de los métodos de producción de rayos X. En este caso, los rayos X resultantes tienen energías discretas iguales a la diferencia de los niveles de energía entre los que saltan los electrones orbitales. Las partículas cargadas emiten radiación electromagnética siempre que son aceleradas o frenadas. La cantidad de radiación emitida es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la masa de la partícula. Por consiguiente, los electrones emiten mucha más radiación X que partículas más pesadas, como los protones, si todas las demás condiciones son iguales. Los sistemas de rayos X producen rayos X mediante la aceleración de electrones que circulan a través de una gran diferencia de potencial eléctrico, de muchos kV o MV. Los electrones son después frenados rápidamente en un material denso y resistente al calor, como el tungsteno (W)¹².

Los rayos X emitidos desde estos sistemas tienen energías que se extienden en un espectro que va desde alrededor de cero hasta la energía cinética máxima adquirida por los electrones antes de la deceleración. A menudo, a este espectro continuo se superponen rayos X de energía discreta, que se producen cuando los electrones frenados ionizan el material del blanco o anticátodo. Como otros electrones orbitales saltan para llenar los huecos dejados tras la ionización, emiten rayos X de energías discretas similares a los rayos X que se emiten después de la conversión interna. Reciben el nombre de rayos X característicos porque son característicos del material del blanco (anticátodo). Véase en la Figura 48.15 un espectro típico de rayos X¹².

- **Biología radiológica y efectos biológicos**

Tras su descubrimiento por Roentgen en 1895, los rayos X fueron introducidos con tanta rapidez para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que casi en seguida comenzaron a encontrarse lesiones debidas a exposición excesiva a la radiación entre los primeros radiólogos, que todavía no eran conscientes de sus riesgos (Brown 1933). Las primeras lesiones fueron sobre

todo reacciones cutáneas en las manos de quienes trabajaban con los primeros equipos de radiología, pero ya en el primer decenio se habían comunicado otros tipos de lesión, incluidos los primeros cánceres atribuidos a la radiación (Stone 1959)¹³.

En el curso del siglo transcurrido desde estos primeros hallazgos, el estudio de los efectos biológicos de la radiación ionizante ha recibido un impulso permanente como consecuencia del uso cada vez mayor de la radiación en medicina, ciencia e industria, así como de las aplicaciones pacíficas y militares de la energía atómica. El resultado es que los efectos biológicos de la radiación se han investigados más a fondo que los de prácticamente cualquier otro agente ambiental. El desarrollo de los conocimientos sobre los efectos de la radiación ha determinado el perfeccionamiento de medidas para proteger la salud humana contra muchos otros peligros medioambientales, además de la radiación¹³.

- **Naturaleza y mecanismos de los efectos biológicos de la radiación**

- ✓ **Deposición de energía.-** A diferencia de otras formas de radiación, la radiación ionizante es capaz de depositar suficiente energía localizada para arrancar electrones de los átomos con los que interactúa. Así, cuando la radiación colisiona al azar con átomos y moléculas al atravesar células vivas, da lugar a iones y radicales libres que rompen los enlaces químicos y provoca otros cambios moleculares que dañan las células afectadas. La distribución espacial de los fenómenos ionizantes depende del factor de ponderación radiológica, w_R de la radiación¹⁴.

- ✓ **Efectos sobre el ADN.-** Cualquier molécula de la célula puede ser alterada por la radiación, pero el ADN es el blanco biológico más crítico, debido a la redundancia limitada de la información genética que contiene. Una dosis absorbida de radiación lo bastante grande para matar la célula media en división 2 gray (Gy) basta para originar centenares de lesiones en sus moléculas de ADN (Ward 1988)¹⁴.

- ✓ **Efectos sobre los genes.-** El daño del ADN que queda sin reparar o es mal reparado puede manifestarse en forma de mutaciones, cuya frecuencia parece aumentar como una función lineal de la dosis, sin umbral, en alrededor de 10^{-5} a 10^{-6} por locus y por Gy (NAS 1990). El hecho de que la tasa de mutaciones parezca ser proporcional a la dosis se considera indicativo de que una sola partícula ionizante que atraviese el ADN es suficiente, en principio, para causar una mutación (NAS 1990)¹⁴.

- ✓ **Efectos sobre los cromosomas.-** Las lesiones por radiación del aparato genético pueden causar también cambios en el número y la estructura de los cromosomas, modificaciones cuya frecuencia se ha observado que aumenta con la dosis en trabajadores expuestos, en supervivientes de la bomba atómica y en otras personas expuestas a la radiación ionizante¹⁴.

- ✓ **Efectos sobre la supervivencia celular.-** Entre las reacciones más tempranas a la irradiación figura la inhibición de la división celular, que aparece en seguida tras la exposición, aunque su grado y duración varían con la dosis. Si bien la inhibición de la mitosis es característicamente pasajera, la lesión radiológica de genes y cromosomas puede ser letal para las células en división, que en conjunto son muy sensibles a la radiación (CIPR 1984)¹⁵.

- ✓ **Efectos sobre los tejidos.-** Las células maduras que no están en división son relativamente radorresistentes, pero las que se dividen dentro de un tejido son radiosensibles, por lo que la irradiación intensiva puede matar un número suficiente para que el tejido se atrofie. La rapidez de esta atrofia depende de la dinámica de la población celular dentro del tejido afectado; es decir, en órganos caracterizados por un recambio celular lento, como el hígado y el endotelio vascular, el proceso es típicamente mucho más lento que en órganos caracterizados por un recambio celular rápido, como la médula ósea, la epidermis y la mucosa intestinal. Por otra parte, conviene subrayar que si el volumen de tejido irradiado es lo bastante pequeño, o si la dosis se acumula con la lentitud suficiente, la gravedad de la lesión

puede reducirse notablemente por la proliferación compensatoria de las células supervivientes¹⁵.

- **Manifestaciones clínicas de la lesión**

- ✓ **Piel.-** Las células de la capa germinal de la epidermis son muy sensibles a la radiación. En consecuencia, la rápida exposición de la piel a una dosis de 6 Sv o más provoca eritema (enrojecimiento) de la zona expuesta, que aparece dentro del primer día, suele durar unas cuantas horas y va seguido al cabo de dos a cuatro semanas de una o más oleadas de un eritema más profundo y prolongado, así como de depilación (pérdida de pelo). Si la dosis supera los 10 a 20 Sv, en dos o cuatro semanas pueden surgir ampollas, necrosis y ulceración, seguidas de fibrosis de la dermis y los vasos subyacentes, que pueden desembocar en atrofia y una segunda oleada de ulceración meses o años después (CIPR 1984)¹⁵.

- ✓ **Médula ósea y tejido linfoide.-** Los linfocitos también son muy radiosensibles; una dosis de 2 a 3 Sv irradiada en poco tiempo a todo el cuerpo puede destruir un número suficiente de ellos para que disminuya el recuento de linfocitos periféricos y la respuesta inmunitaria se deteriore en pocas horas (UNSCEAR 1988). Las células hematopoyéticas de la médula ósea tienen una sensibilidad similar a la radiación y su depleción con una dosis comparable es suficiente para causar granulocitopenia y trombocitopenia en las tres a cinco semanas siguientes. Si la dosis es mayor, estas disminuciones del recuento de granulocitos y plaquetas pueden ser lo bastante graves para originar hemorragia o una infección mortal¹⁵.

- ✓ **Intestino.-** Las células progenitoras del epitelio que reviste el intestino delgado también tienen extraordinaria sensibilidad a la radiación. La exposición aguda a 10 Sv disminuye su número en grado suficiente para causar la denudación de las vellosidades intestinales suprayacentes en

unos días (CIPR 1984; UNSCEAR 1988). La denudación de una superficie grande de la mucosa puede dar lugar a un síndrome fulminante similar a la disentería que causa rápidamente la muerte¹⁵.

- ✓ **Gónadas.-** Los espermatozoides maduros pueden sobrevivir a dosis grandes (100 Sv), pero los espermatogonios son tan radiosensibles que una dosis de sólo 0,15 Sv aplicada rápidamente a ambos testículos basta para causar oligospermia, y una dosis de 2 a 4 Sv puede provocar esterilidad permanente. También los oocitos son radiosensibles. Una dosis rápida de 1,5 a 2,0 Sv aplicada a ambos ovarios origina esterilidad temporal, y una dosis mayor, esterilidad permanente, en función de la edad de la mujer en el momento de la exposición (CIPR 1984)¹⁵.

- ✓ **Aparato respiratorio.-** El pulmón no es muy radiosensible, pero la exposición rápida a una dosis de 6 a 10 Sv puede hacer que en la zona expuesta se desarrolle neumonía aguda en el plazo de uno a tres meses. Si se afecta un volumen grande de tejido pulmonar, el proceso puede originar insuficiencia respiratoria al cabo de unas semanas, o conducir a fibrosis pulmonar y cor pulmonale meses o años después (CIPR 1984; UNSCEAR 1988)¹⁵.

- ✓ **Cristalino del ojo.-** Las células del epitelio anterior del cristalino, que continúan dividiéndose toda la vida, son relativamente radiosensibles. El resultado es que una exposición rápida del cristalino a una dosis superior a 1 Sv puede generar en unos meses la formación de una opacidad polar posterior microscópica; y 2 a 3 Sv recibidos en una sola exposición breve (o la exposición a 5,5 a 14 Sv acumulada a lo largo de meses) pueden producir cataratas que dificulten la visión (CIPR 1984)¹⁵.

- ✓ **Otros tejidos.-** En comparación con los tejidos ya mencionados, la sensibilidad de otros tejidos del cuerpo a la radiación es en general bastante inferior (por ejemplo, Tabla 48.4); pero, como se verá a continuación, el embrión constituye una notable excepción. También

conviene destacar que la radiosensibilidad de cualquier tejido aumenta cuando se encuentra en estado de crecimiento rápido (CIPR 1984)¹⁶.

✓ **Lesión radiológica de todo el cuerpo.-** La exposición rápida de una parte importante del cuerpo a una dosis superior a 1 Gy puede producir el síndrome de radiación agudo, que comprende:

- Una fase inicial prodrómica.
- Caracterizada por malestar general
- Anorexia, náuseas y vómitos
- Seguida de un período latente
- Una segunda fase (principal) de enfermedad
- La recuperación o la muerte¹⁷.

La fase principal de la enfermedad adopta por lo general una de las formas siguientes, según la localización predominante de la lesión radiológica:

- Hematológica.
- Gastrointestinal.
- Cerebral o pulmonar.

✓ **Lesión radiológica localizada.-** A diferencia de las manifestaciones clínicas de la lesión radiológica aguda de todo el cuerpo, que suelen ser dramáticas e inmediatas, la reacción a la irradiación muy localizada, tanto si procede de una fuente de radiación externa como de un radionucleido depositado en el interior del cuerpo, tiende a evolucionar con lentitud y a producir pocos síntomas o signos a menos que el volumen de tejido irradiado y/o la dosis sean relativamente grandes¹⁷.

✓ **Efectos de los radionucleidos.-** Algunos radionucleidos por ejemplo, el tritio (³H), el carbono 14 (¹⁴C) y el cesio 137 (¹³⁷Cs) tienden a distribuirse sistémicamente y a irradiar la totalidad del cuerpo, mientras que lo característico de otros radionucleidos es que sean captados por y se concentren en órganos específicos, donde producen lesiones localizadas.

Por ejemplo, el radio y estroncio 90 (^{90}Sr) se depositan sobre todo en los huesos, por lo que lesionan primordialmente los tejidos del esqueleto, mientras que el yodo radiactivo se concentra en la glándula tiroides, localización principal de cualquier lesión resultante (Stannard 1988: Mettler y Upton 1995)¹⁷.

- **Efectos cancerígenos**

- ✓ **Características generales.-** La carcinogenicidad de la radiación ionizante, que se manifestó por primera vez a principios de este siglo cuando aparecieron cánceres de la piel y leucemias en las primeras personas que trabajaron con la radiación (Upton 1986), ha sido documentada desde entonces sin lugar a dudas por los excesos proporcionales a las dosis de numerosos tipos de neoplasias en pintores de esferas con radio, en mineros de galerías de roca viva, en supervivientes de la bomba atómica, en pacientes sometidos a radioterapia y en animales irradiados en experimentos de laboratorio (Upton 1986; NAS 1990)¹⁷.

Los tumores benignos y malignos inducidos por la irradiación se caracterizan porque tardan años o decenios en manifestarse y no presentan ningún rasgo conocido que permita distinguirlos de los producidos por otras causas. Es más, con pocas excepciones, su inducción sólo ha podido detectarse después de dosis equivalentes relativamente grandes (0,5 Sv), y ha variado con el tipo de neoplasia, así como con la edad y sexo de las personas expuestas (NAS 1990).

- ✓ **Mecanismos.-** Los mecanismos moleculares de la carcinogé- nesis radiológica todavía no se han determinado con todo detalle, pero en animales de laboratorio y en células cultivadas se ha observado que los efectos cancerígenos de la radiación incluyen efectos iniciadores, efectos promotores y efectos sobre la progresión de la neoplasia, que dependen de las condiciones experimentales en cuestión (NAS 1990). Los efectos parecen incluir también la activación de oncogenes y/o la inactivación o

pérdida de genes supresores de tumores en muchas ocasiones, por no decir en todas ellas. Además, los efectos cancerígenos de la radiación se parecen a los de los cancerígenos químicos en que también son modificables por hormonas, variables nutricionales y otros factores modificadores (NAS 1990). Por otra parte, hay que destacar que los efectos de la radiación pueden ser aditivos, sinérgicos o antagonistas con los de los agentes cancerígenos químicos, y que dependen de las sustancias químicas específicas y de las condiciones de exposición en cuestión (UNSCEAR 1982 y 1986)¹⁷.

- ✓ **Relación dosis-efecto.**- Los datos existentes no bastan para describir de modo inequívoco la relación dosis-incidencia de cualquier tipo de neoplasia o para definir durante cuánto tiempo tras la irradiación continuará siendo elevado el riesgo de un tumor en una población expuesta. Por lo tanto, los riesgos atribuibles a una irradiación de bajo nivel sólo pueden estimarse por extrapolaciones, basadas en modelos que incorporan hipótesis sobre dichos parámetros (NAS 1990)¹⁷.

- **Seguridad Radiológica**

El objetivo de la seguridad radiológica es eliminar o limitar al mínimo los efectos nocivos de la radiación ionizante y del material radiactivo en los trabajadores, el público y el medio ambiente sin obstaculizar su empleo en actividades beneficiosas. Casi ningún programa de seguridad radiológica tendrá que implantar todos y cada uno de los elementos que se describen a continuación. El diseño de un programa de seguridad radiológica depende de los tipos de fuentes de radiación ionizante que intervengan y de la forma en que se utilicen¹⁸.

Principios de la seguridad radiológica

La Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones (CIPR) ha propuesto los principios siguientes, que deben informar la utilización de la radiación ionizante y la aplicación de las normas de seguridad radiológica:

- No debe adoptarse ninguna práctica que implique exposiciones a la radiación a menos que produzca un beneficio a los individuos expuestos o a la sociedad suficiente para compensar el perjuicio que ocasiona la radiación (la justificación de una práctica)¹⁸.
- En relación con cualquier fuente particular dentro de una práctica, la magnitud de las dosis individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad de incurrir en exposiciones cuando no exista seguridad de que vayan a recibirse deben mantenerse todas tan bajas como razonablemente se pueda (ALARA), teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Este procedimiento debe estar limitado por restricciones sobre la dosis a individuos (restricciones de dosis), de manera que se limite la desigualdad que pueda resultar de los juicios económicos y sociales inherentes (la optimización de la protección)⁴².
- La exposición de individuos resultante de la combinación de todas las prácticas pertinentes debe someterse a límites de dosis, o a algún control del riesgo en el caso de exposiciones potenciales, con el fin de garantizar que nadie se exponga por causa de estas prácticas a riesgos radiológicos que se consideren inaceptables en circunstancias normales. No todas las fuentes son susceptibles de control mediante acción en la misma fuente, y es necesario especificar las fuentes que se incluirán como pertinentes antes de seleccionar un límite de dosis (límites de dosis y de riesgo individuales)¹⁷.

- **Normas de seguridad radiológica**

Existen normas sobre exposición radiológica de los trabajadores y del público en general y sobre límites anuales de incorporación (LAI) de radionucleidos. De los LAI pueden deducirse normas que regulen las concentraciones de radionucleidos en el aire y en el agua.

La CIPR ha publicado numerosas tabulaciones de los LAI y de las concentraciones correspondientes en el aire y en el agua¹⁶.

- **Dosimetría**

La dosimetría se utiliza para indicar los equivalentes de dosis que los trabajadores reciben de los campos de radiación externos a los que puedan estar expuestos. Los dosímetros se caracterizan por el tipo de dispositivo, por el tipo de radiación que miden y por la parte del cuerpo para la que se indicará la dosis absorbida¹⁵.

Tres son los tipos principales de dosímetros de uso más corriente. Se trata de los dosímetros termoluminiscentes, dosímetros de película y cámaras de ionización. Otros tipos de dosímetros son las láminas de fisión, los dispositivos de registro de huellas y los dosímetros de “burbuja” de plástico¹⁵.

Los dosímetros termoluminiscentes son los dosímetros personales más utilizados. Aplican el principio de que algunos materiales, cuando absorben energía de la radiación ionizante, la van almacenando, de modo que puede recuperarse después en forma de luz cuando los materiales se calientan. La cantidad de luz liberada es directamente proporcional, con bastante exactitud, a la energía absorbida de la radiación ionizante y, por lo tanto, a la dosis absorbida que ha recibido el material. Esta proporcionalidad es válida en un intervalo muy amplio de la energía de la radiación ionizante y de las tasas de dosis absorbida¹⁵.

Para el procesamiento exacto de los dosímetros termoluminiscentes es preciso disponer de un equipo especial. La lectura del dosímetro termoluminiscente destruye la información de dosis que contiene. Pero si se les somete al procesamiento adecuado, los dosímetros termoluminiscentes son reutilizables¹⁴.

El material empleado en dosímetros termoluminiscentes ha de ser transparente a la luz que emite. Los materiales más empleados en la fabricación de dosímetros termoluminiscentes son el fluoruro de litio (LiF) y el fluoruro de calcio (CaF₂). Los materiales pueden doparse con otros o prepararse en una composición isotópica específica para aplicaciones especializadas, como la dosimetría de neutrones.

Muchos dosímetros contienen varias pastillas termoluminiscentes con diferentes filtros delante de ellas para distinguir entre energías y tipos de radiación¹⁶.

La película fotográfica fue el material más corriente empleado en dosimetría personal antes de generalizarse la dosimetría termoluminiscente. El grado de ennegrecimiento de la película depende de la energía absorbida de la radiación ionizante, pero la relación no es lineal. La dependencia de la respuesta de la película respecto de la dosis absorbida total, de la tasa de dosis absorbida y de la energía de la radiación es mayor que en los dosímetros termoluminiscentes y puede limitar el margen de aplicabilidad de la película. Pero ésta tiene la ventaja de suministrar un registro permanente de la dosis absorbida a que ha estado expuesta¹⁶.

Pueden emplearse películas de diversas formulaciones y filtros en disposiciones diferentes para fines especiales, como dosimetría de neutrones. Igual que en los dosímetros termoluminiscentes, para el análisis correcto se necesita un equipo especial.

La película es en general mucho más sensible a la humedad y a la temperatura ambiente que los materiales termoluminiscentes, y puede dar lecturas elevadas falsas en condiciones adversas. Por el contrario, en los

equivalentes de dosis indicados por los dosímetros termoluminiscentes puede influir el golpe originado por su caída sobre una superficie dura.

Únicamente las organizaciones muy grandes tienen servicios propios de dosimetría. La mayoría de ellas obtienen dichos servicios de empresas especializadas en estas tareas. Es importante que estas empresas tengan los permisos adecuados o estén certificadas por organismos independientes para que pueda confiarse en que los resultados de la dosimetría serán exactos¹⁶.

Para obtener información dosimétrica inmediata se emplean pequeñas cámaras de ionización, de lectura directa, también denominadas cámaras de bolsillo. Es muy frecuente su uso cuando tiene que entrar personal en zonas de alta o muy alta radiación, donde se podría recibir una dosis absorbida grande en muy poco tiempo. Las cámaras de bolsillo se suelen calibrar en la propia instalación y son muy sensibles al choque. Por consiguiente, tienen que ser suplementadas siempre con dosímetros termoluminiscentes o de película, que son más exactos y fiables, pero que no dan resultados inmediatos.

Un trabajador necesita dosimetría cuando tiene una probabilidad razonable de acumular un determinado porcentaje, por lo general del 5 ó 10 %, del equivalente de dosis máximo permisible en todo el cuerpo o en ciertas partes de él¹⁷.

El dosímetro de cuerpo entero debe llevarse a una altura comprendida entre los hombros y la cintura, en un punto donde se prevea la exposición máxima. Cuando las condiciones de exposición lo justifiquen, pueden llevarse otros dosímetros en dedos o muñecas, en el abdomen, en una cinta o sombrero en la frente, o en un collar, para evaluar la exposición localizada de las extremidades, de un feto o embrión, el tiroides o el cristalino de los ojos. Se recomienda consultar las directrices reglamentarias adecuadas sobre si se deben llevar dosímetros dentro o fuera de prendas protectoras, como delantales de plomo, guantes y collares¹⁷.

Los dosímetros personales indican únicamente la radiación a la que ha estado expuesto el dosímetro. Asignar el equivalente de dosis del dosímetro a la persona u órganos de la persona es aceptable si la dosis es pequeña, trivial, pero si el dosímetro indica dosis grandes, en especial si superan en mucho las definidas en las normas reguladoras, se deben analizar con cuidado la colocación del dosímetro y los campos de radiación reales a los cuales ha estado expuesto el trabajador para estimar la dosis que el trabajador recibió en realidad. Se debe obtener del trabajador una declaración, que formará parte de la investigación y será incluida en el informe. Pero la mayoría de las veces, las dosis muy grandes recibidas por el dosímetro se deben a la exposición radiológica deliberada del dosímetro mientras nadie lo llevaba puesto¹⁷.

- **Ropa protectora**

La ropa protectora es suministrada por la empresa al trabajador para reducir la posibilidad de contaminación radiactiva del trabajador o de su ropa o para el blindaje parcial del trabajador contra la radiación beta, X o gamma. Ejemplos de lo primero son la ropa, guantes, campanas y botas anticontaminación. Ejemplos de lo último son los delantales de plomo, guantes y gafas¹⁷.

- **Protección respiratoria**

Un dispositivo de protección respiratoria es un aparato, como por ejemplo un respirador, empleado para reducir la incorporación de materiales radiactivos aerotransportados al trabajador.

Los empleadores deben utilizar, en la medida que sea factible, controles de procesos u otros medios técnicos (por ejemplo, contención o ventilación) para limitar las concentraciones de materiales radiactivos en el aire. Cuando no sea posible aplicar estas medidas hasta rebajar las concentraciones de material radiactivo en el aire hasta valores inferiores a los que definen una zona con

radiactividad en el aire, la empresa, coherente con mantener el equivalente de dosis efectiva total ALARA, incrementará la vigilancia y limitará las incorporaciones por uno o más de los medios siguientes¹⁷:

- Control de acceso.
- Limitación de tiempos de exposición.
- Empleo de equipo de protección respiratoria.
- Otros controles.

El equipo de protección respiratoria que se entregue a los trabajadores deberá cumplir las normas nacionales aplicables. La empresa deberá implantar y mantener un programa de protección respiratoria que abarque:

- Un muestreo del aire suficiente para identificar el peligro potencial, permitir la selección del equipo adecuado y estimar las exposiciones.
- Las inspecciones y bioensayos necesarios para evaluar las incorporaciones reales¹⁷.
- Prueba de funcionamiento de los respiradores inmediatamente antes de cada uso
- Procedimientos escritos relativos a la selección, ajuste, entrega, mantenimiento y prueba de respiradores, incluida la comprobación de funcionamiento inmediatamente antes de cada uso; supervisión y formación de personal; vigilancia, incluidos muestreo del aire y bioensayos, y registro de resultados.
- Determinación por un médico, antes del ajuste inicial de respiradores, y después con una periodicidad especificada por un médico, de que el usuario individual tiene las condiciones médicas para utilizar el equipo de protección respiratoria¹⁷.

La empresa deberá advertir a cada usuario de respirador de que le está permitido abandonar la zona de trabajo en cualquier momento para descansar del uso del respirador en caso de mal funcionamiento del equipo, angustia física o psicológica, fallo de procedimiento o de comunicación, deterioro

significativo de las condiciones operativas o cualesquiera otras condiciones que pudieran exigir este descanso.

Aunque las circunstancias puedan no exigir el empleo rutinario de respiradores, unas condiciones creíbles de emergencia pueden imponer su disponibilidad. En esos casos, los respiradores también deberán estar certificados para tal uso por una organización autorizada y mantenidos en perfecto orden de funcionamiento¹⁸.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Blindaje.-** Poner pantallas protectoras (blindaje biológico) entre la fuente radiactiva y las personas. Por ejemplo, en las industrias nucleares, pantallas múltiples protegen a los trabajadores. Las pantallas utilizadas habitualmente son muros de hormigón, láminas de plomo o acero y cristales especiales enriquecidos con plomo.
- **Ionización.-** Se entiende por ionización, al proceso o fenómeno en el cual se generan pares de iones, que en líneas generales no son más que átomos cargados eléctricamente por la pérdida o ganancia de electrones.
- **Kilovoltaje (Kv):** Expresa la potencia y el nivel energético del haz de fotones de rayos X, a mayor Kv, mayor energía y mayor nivel de penetración del haz.
- **Miliamperaje (mA):** Expresa “la cantidad” de haces que se forman, es decir, un aumento de la corriente provoca un aumento del número de fotones de rayos X por unidad de área y tiempo.
- **Radio sensibilidad:** Como se conoce, no todos los seres vivos poseen igual radiosensibilidad y aunque las causas no están del todo esclarecidas, se plantea entre otros aspectos, que sea por las diferencias del metabolismo que pueden existir entre las distintas especies.
- **Radiación ionizante.-** Son aquellas radiaciones de naturaleza electromagnética o corpusculares, con suficiente energía capaces de causar por un mecanismo directo o indirecto, excitación o ionización en los átomos de la materia con la que interactúa.

- **Tiempo:** Esta técnica es importante para lograr una disminución de la dosis de exposición tanto del personal expuesto como la de los pacientes. Es directamente proporcional, o sea, a mayor tiempo de exposición a la radiación mayor será la dosis absorbida y viceversa; de aquí se deduce la importancia de utilizar en cada practica el menor tiempo posible de radiación sin afectar la calidad del estudio radiográfico.

2.4. HIPÓTESIS

- **Hipótesis de investigación**

Existe nivel alto de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.

- **Hipótesis Alternativa**

No existe nivel alto de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.

2.5. SISTEMA DE VARIABLES

Definición conceptual de las variables:

- **Nivel de dosis de radiación ionizante (Variable principal)**

El nivel de dosis de radiación ionizante se utiliza para indicar los equivalentes de dosis que los trabajadores reciben de los campos de radiación externos a los que puedan estar expuestos. Los dosímetros se caracterizan por el tipo de dispositivo, por el tipo de radiación que miden y por la parte del cuerpo para la que se indicará la dosis absorbida.

El nivel de dosis de radiación ionizante optima durante el año debe de ser 20mSv si pasa de este límite es un nivel de dosis alto y si baja la cantidad de radiación ionizante al año seria un nivel de dosis bajo.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLE

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO	TECNICA
Variable Independiente: Vd. (X) Nivel de radiación ionizante	Alto	Mayor de 20 mSv	Cualitativa ordinal	Dosimetro	Observación directa
	Normal	20 mSv			
	Bajo	Menor de 20 mSV			
Variable Interviniente Pacientes	Etapa psicofisiológico de la vida humana	Genero	Femenino	Cuestionario	Observación directa / Encuesta
			Masculino		
		Edad	Mayor de 18 años		

CAPITULO III

3.1. TIPO, NIVEL Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

- **Tipo de investigación**

Investigación transversal: Es un estudio transversal pues la muestra se evaluó en un corte de tiempo (solo una vez)¹⁹.

Investigación prospectiva: El grupo de estudio fue estudiado en el presente.

- **Nivel de investigación**

Investigación descriptiva: Es un trabajo descriptivo porque se describió a las variables a estudiar mas no se manipulo.

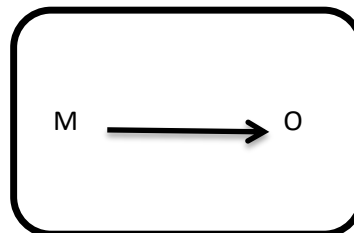
- **Método de investigación**

Método observacional: Es un trabajo observacional porque es un trabajo de campo en donde se observó la realidad a estudiar²⁰.

3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN

Diseño descriptivo

Dónde:



M = Muestra

O = Observación²¹.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Determinación del Universo/Población.- Se realizó el estudio en una población conformada por todos los alumnos de odontología de la Universidad de Huánuco durante el periodo 2017.

- **Muestra (n)**

Selección de la muestra

Según **Gamarra** (2006), la muestra es el sub conjunto de la población. Para que un sector de la población sea considerado como muestra, se requiere que todos los elementos de ella pertenezcan a la población. No son muestras los sujetos de la muestra que no pertenecen a la población²².

Este estudio es no probabilístico porque no se aplicó una formula determinada para obtener los resultados.

Criterio de selección de datos

Criterios de Inclusión

Se incluyeron en el estudio a los alumnos que reunían los siguientes criterios.

- Alumnos de odontología mayores de 18 años.
- Alumnos que toman radiografías frecuentemente.
- Alumnos colaboradores.

Criterios de Exclusión

Se excluyeron en el estudio a los alumnos que reunían los siguientes criterios.

- Alumnos de odontología menores de 18 años.

- Alumnos que no toman radiografías frecuentemente.
- Alumnos no colaboradores.

Tipo de muestreo

Para la selección de la muestra, se utilizó el tipo de muestreo no probabilístico, por conveniencia seleccionando a 10 alumnos.

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS, TÉCNICAS DE RECOJO, VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Previamente a iniciar el proceso de recolección de la información se envió una carta de consentimiento informado a los alumnos seleccionados para la participación de este proyecto de investigación. Una vez obtenida las autorizaciones se procedió a evaluar a cada alumno. El instrumento utilizado en el estudio fue la utilización de un dosímetro el cual se registraron datos relacionados al nivel de radiación ionizante.

○ Fuentes de recolección de datos

Para el estudio que se realizó se obtuvo datos de la siguiente manera:

Fuentes Primarias

Cuando los datos se consiguen directamente de quienes son su objeto de estudio, es decir a través de la observación directa.

Fuentes Secundarias

Cuando los datos se consiguen a través de terceras que son el historia de las tomas radiográficas de los alumnos.

- **Técnicas de recolección de datos**

Para la recolección efectiva de información se utilizaron las siguientes técnicas:

La observación

Según **Choque y rojas (1995)**, la observación es una técnica de registro empírica, que permite conocer la realidad a través de la percepción directa de los objetos y fenómenos.

En este proyecto de investigación se hizo uso de la observación directa y participante de la siguiente manera:

- Evaluación dosimétrica.- Mediante el uso de un dosímetro donde se llevó a leer los datos que registraron después de la toma.

3.5. PLAN DE TABULACIÓN DE ANÁLISIS

Técnica de recojo de datos

El plan de recojo de los datos se realizó mediante la aplicación de un cuestionario, cuyos resultados fueron sometidos al programa SPSS y se utilizó el siguiente software:

- Procesador de texto Microsoft Office Word 2013.

Presentación de datos

Los resultados y la información recolectada fueron analizados y procesados mediante cuadros estadísticos con sus respectivos gráficos (Diagrama en barras).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. APLICACIÓN ESTADÍSTICA

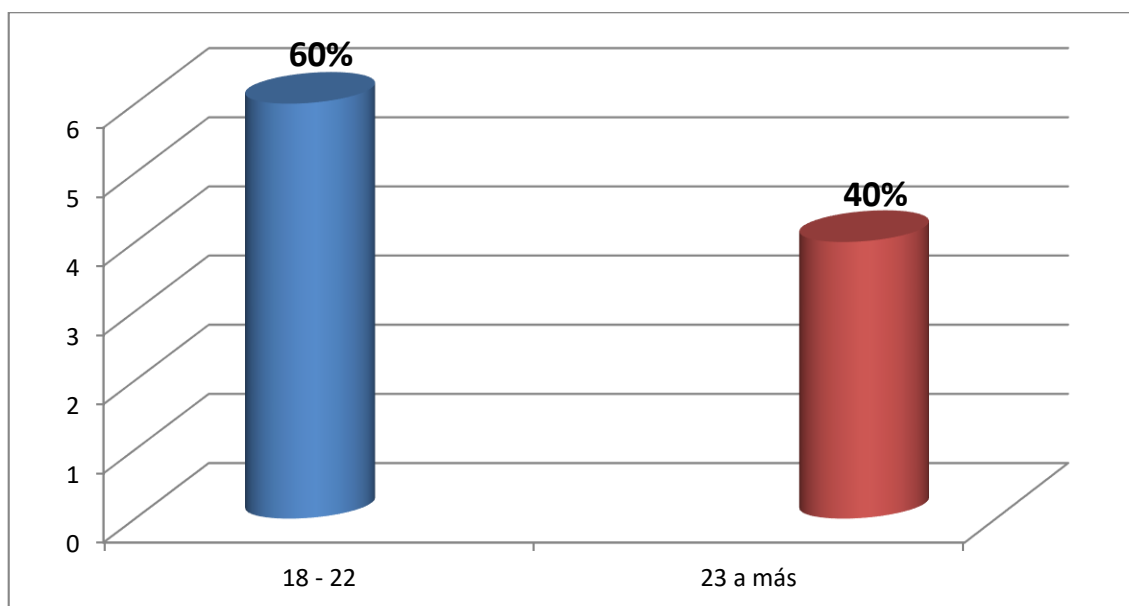
⚙ Estadísticos descriptivos

Tabla N° 1: Distribución de frecuencia y porcentaje de la edad de alumnos de la clínica estomatológica.

EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
18 - 22	6	60%
23 a más	4	40%
TOTAL	10	100 %

FUENTE: Ficha de evaluación dosimétrica.

Gráfico N° 1: Distribución de porcentajes con respecto a la procedencia y características personales.



FUENTE: Tabla N° 1

Interpretación de resultados

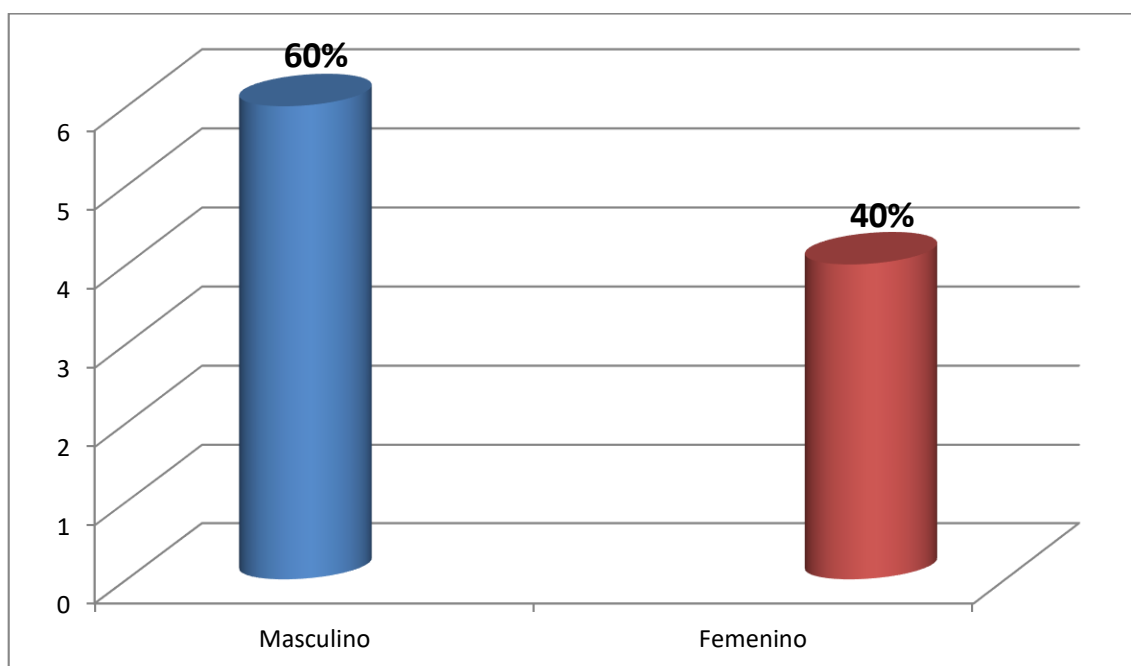
La tabla uno, nos muestra que el 60%(6) de los alumnos presentaron edades entre 18 a 22 años y el 40%(4) tuvieron de 23 a más edad.

Tabla N° 2: Distribución de frecuencia y porcentajes con respecto al género.

GENERO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Masculino	6	60%
Femenino	4	40%
TOTAL	10	100 %

FUENTE: Ficha de evaluación dosimétrica.

Gráfico N° 2: Distribución de porcentajes con respecto al género.



FUENTE: Tabla N° 2

Interpretación de resultados

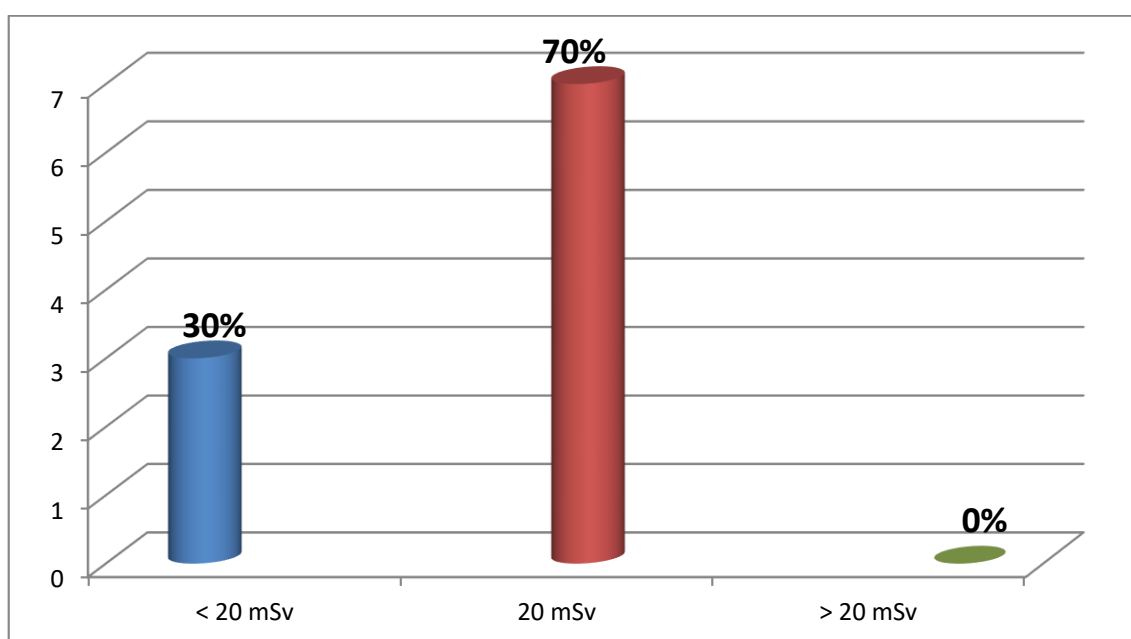
En la tabla 02, revela que el 60%(6) de los alumnos estudiados pertenecen al género masculino, mientras que el 40%(4) son del género femenino.

Tabla N° 3: Distribución de frecuencia y porcentajes con respecto a la dosis de radiación ionizante recibido.

DOSIS DE RADIACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
< 20 mSv	3	30%
20 mSv	7	70%
> 20 mSv	0	0%
TOTAL	10	100 %

FUENTE: Ficha de evaluación dosimétrica.

Gráfico N° 3: Distribución de porcentajes con respecto al tipo de tratamiento.



FUENTE: Tabla N° 3

Interpretación de resultados

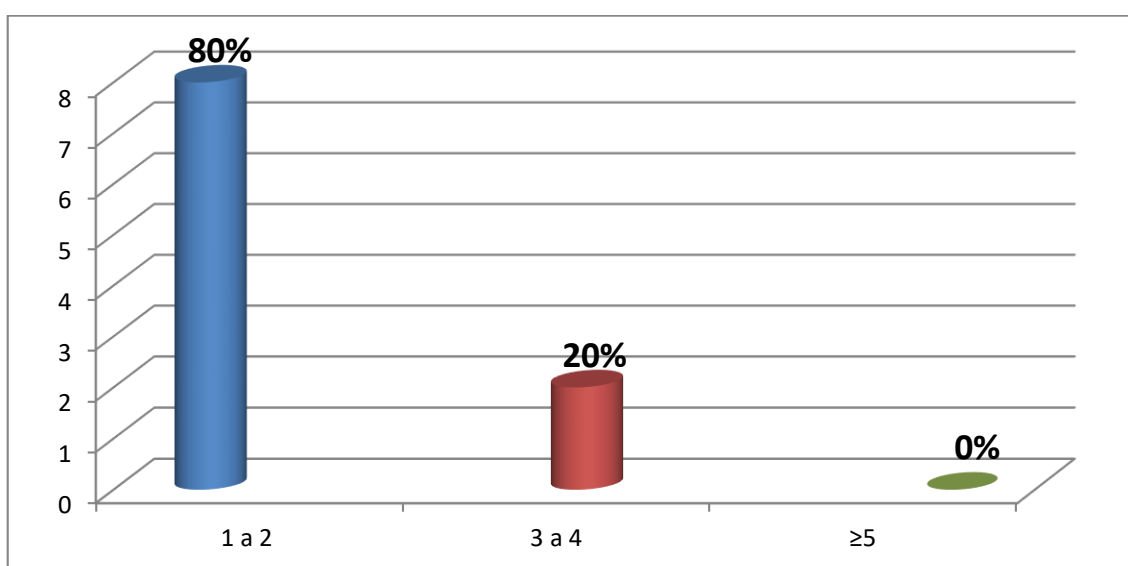
La tabla 03, señala que un 70%(7) de los estudiantes se sometieron a la cantidad de dosis (20 mSv) de radiación ionizante, seguido del 30%(3) que fue (< 20 msV) y la dosis de radiación > 20 mSv fue de un 0%.

Tabla N° 4: Distribución de frecuencia y porcentajes con respecto a la cantidad de radiografías por día que toman los alumnos

CANTIDAD DE RADIOGRAFÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 - 2	8	80%
3 - 4	2	20%
= > 5	0	0%
TOTAL	10	100 %

FUENTE: Ficha de evaluación dosimétrica.

Gráfico N° 4: Distribución de porcentajes con respecto a la cantidad de radiografías por día que toman los alumnos



FUENTE: Tabla N° 4

Interpretación de resultados

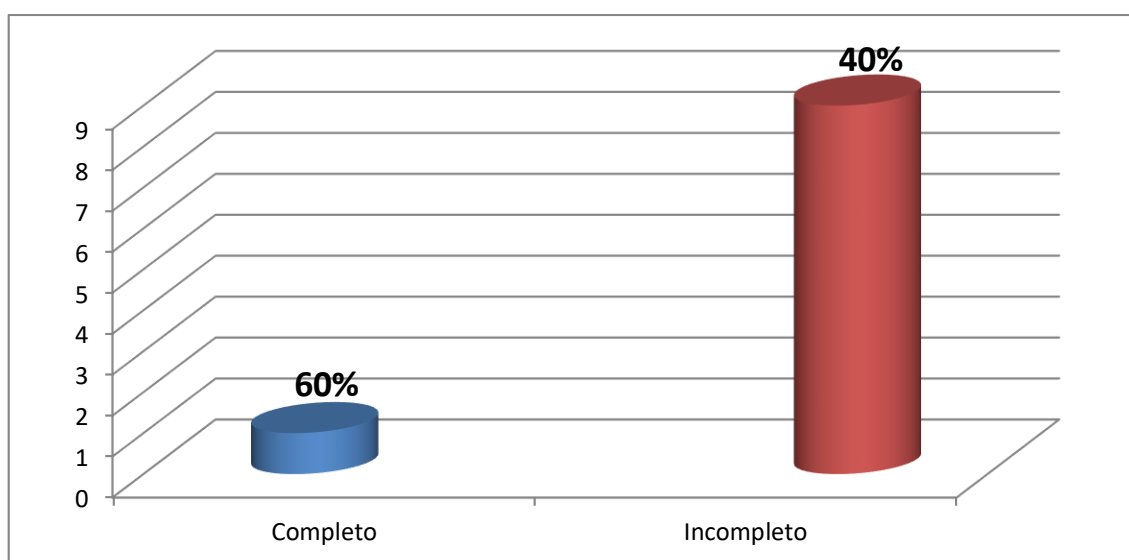
La tabla 04. Indica que el 80%(8) de los alumnos estudiados afirmaron tomar radiografías por día una cantidad de 1 a 2, seguido del 20%(2) entre 3 a 4 radiografías y ningún alumno tomo mayor igual a 5 radiografías al día esto equivalente al 0%.

Tabla N° 5: Distribución de frecuencia y porcentajes con respecto a las medidas de protección radiológica.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLOGICA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Completo	1	10%
Incompleto	9	90%
TOTAL	10	100 %

FUENTE: Ficha de evaluación dosimétrica.

Gráfico N° 2: Distribución de porcentajes con respecto a las medidas de protección radiológica.



FUENTE: Tabla N° 5

Interpretación de resultados

La tabla 05, evidencia que el 90%(9) de los alumnos afirmaron tener medidas de protección radiológica incompleta, mientras que el 10%(1) tuvieron las medidas de protección completa.

4.2. ESTADISTICA INFERENCIAL

Formula de la Chi cuadrada

$$\chi^2 = \frac{\sum(F_o - F_e)^2}{F_e}$$

Dónde:

$\chi^2 = ?$

Σ = Sumatoria

F_o = Frecuencia observada

F_e = Frecuencia esperada

DOSIS DE RADIACION IONIZANTE	f_i	%	χ^2	GI	P
< 20 mSv	3	30	5.99	2	81
20 mSv	7	70			
> 20mSv	0	0			
TOTAL	10	100			

La tabla corresponde a 3×2 $(3-1=2)(2-1=1)=2$

Grados de libertad a 0.05 = 5.99 (F_o)

Reemplazando la formula tenemos:

$$X^2 = (3-30)^2/30 + (7-70)^2/70$$

$$X^2 = 24.3 + 56.7$$

$$X^2 = 81 \text{ (Fe)}$$

Por lo tanto: $X^2: 5.99 < 81$ entonces no existe una dosis de radiación alta.

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS

De acuerdo a los resultados se pudo observar que no hay una dosis alta de radiación.

Cuadro Nº 1: Distribución de las hipótesis (H_i y H₀)

TIPO DE HIPÓTESIS		ACEPTACION
H _i	Existe nivel alto de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.	RECHAZADO X
H ₀	No existe nivel alto de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.	ACEPTADO ✓

CAPITULO V

DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la prueba de hipótesis se encontró que “no existe alta dosis de radiación ionizante”, con valor($X^2 : 5.99 < 81$). De esta manera, se llegó a determinar que el 70% de los alumnos de la muestra estudiado informaron haber percibido la cantidad de dosis de radiación ionizante entre 20 mSv, el 80% afirmaron haber tomado de 1 a 2 radiografías por día y el 90% de alumnos manifestaron tener incompletas medidas de protección radiológica. Por lo tanto, Eric Whaites indica: la radiación ionizante consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas. Pero algunos tipos de radiación de energía relativamente baja, como la luz ultravioleta, sólo puede originar ionización en determinadas circunstancias. Para distinguir estos tipos de radiación que siempre causa ionización, se establece un límite energético inferior arbitrario para la radiación ionizante, que se suele situar en torno a 10 kiloelectronvoltios (KeV). Asimismo, Robert y Cherry señalan. La radiación ionizante está en todas partes. Llega desde el espacio exterior en forma de rayos cósmicos. Está en el aire en forma de emisiones del radón radioactivo y su progenie. Los isotopos radioactivos que se originan de forma natural entran y permanecen todos los seres vivos. Es inevitable, de hecho, todas las especies de este planeta han evolucionado en presencia de la radiación ionizante.

Según Raúl Gonzales en su estudio recopilaron datos sobre los efectos negativos que tienen las radiaciones ionizantes para el organismo humano, tanto a nivel molecular como del organismo como un todo. Además se obtuvo información relacionada con las especificidades de estos efectos en el personal que realiza estos procedimientos diagnósticos y para los pacientes, llegando a la conclusión de que a pesar de que los pacientes no se someten a altas dosis de energía ionizante en los tratamientos estomatológicos, su uso inadecuado e irracional puede traer severas consecuencias, resultados que interpreta no tienen relación directa con nuestros resultados obtenidos en nuestro estudio.

Del mismo modo, Jodar S. en su estudio pone de manifiesto que un tercio de los equipos dentales intraorales revisados presentan averías en su funcionamiento y un 6.24% en el caso de los panorámicos. Solamente un 63.54% de las instalaciones intraorales cumplirían con las recomendaciones oficiales al emplear equipos modernos que funcionan a 70 KVp, 8 mA 20 cm de distancia foco piel y 1.5 mm de Al. Se ha producido un descenso del 11.53% en las dosis medias administradas a lo largo del estudio, aumentando la empleada con aparatos panorámicos. La entrada en vigos de esta nueva legislación ha puesto un descenso en la dosis medias de radiación administradas a los pacientes tras los cinco años de evolución analizados aunque se sigue incumpliendo las recomendaciones oficiales europeos sobre protección radiológica. Datos que menciona dicho autor no presente ninguna semejanza con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

Por otro lado, Castro Matamoros informan en su estudio, que los alumnos de la facultad de odontología no utilizan las barreras de protección para evitar una sobre exposición a los rayos X y para evitar una contaminación cruzada, debido a que algunas barreras de protección no están presentes en algunas de las clínicas de la facultad, además del desconocimiento de cómo evitar una infección cruzada en las clínicas, teniendo algunas relevancias con los datos encontrados en nuestro estudio.

Con respecto, López y Del Aguila encontraron en su estudio de 971 radiografías 1.521 errores de los cuales el más frecuente fue el de distorsión vertical tipo escorsamiento con un 20.18% (307 de 1.521). El segundo error fue la misma distorsión pero en el maxilar inferior con 19.4%(295 de 971). Llama la atención los otros errores encontrados, encuadre, películas dobladas, distorsión vertical tipo elongación, distorsión horizontal y media luna, fueron hallados con valores muy bajos, siendo casi mínimos en algunos casos (películas dobladas 0.33%). Estos resultados fueron estadísticamente significativos.

CONCLUSIONES

- ☺ No existe alta dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica de la universidad.
- ☺ Se distinguió que en los alumnos analizados un 60% presentan edades de 18 a 22 años de los cuales la mayoría pertenecen al género masculino esto equivalente a un 60%.
- ☺ La mayor parte de la muestra se comprobó haber recibido una dosis de radiación en 20 mSv correspondiente al 70%.
- ☺ La afirmación de los estudiantes en la frecuencia de la toma de radiografía arrojaron un porcentaje promedio de un 80% entre 1 a 2 radiografías por día.
- ☺ Un porcentaje alto de alumnos (90%) afirmaron tener medidas de protección radiológicas incompletas dentro de la clínica odontológica.

SUGERENCIAS

- ◆ Los profesionales docentes de la Escuela Académica de odontología deben capacitar y actualizar los conocimientos sobre la radiación ionizante a los alumnos que realizan las prácticas para evitar los efectos o complicaciones biológicos.
- ◆ Los estudiantes no deben someterse a altas dosis de energía ionizante en los tratamientos, donde su uso inadecuado e irracional puede traer severas consecuencias posteriores.
- ◆ Los alumnos que realizan sus prácticas pre-profesionales en las clínicas o en el campo de la radiología se requiere del fortalecimiento de la capacitación orientada a la prevención son los riesgos posibles a los que se exponen en cada jornada laboral.
- ◆ La manipulación del material radiológico del paciente debe ser manejado con cuidado para evitar complicaciones posteriores en la salud.

BIBLIOGRAFIA

1. **Robert N y Cherry JR (2013)**. Radiaciones ionizantes en *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Volumen 4, España 2013. Págs. Del 1 al 4. URL disponible: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/48.pdf>
2. **Raúl González Sánchez (2015)**. Efectos biológicos de los Rayo-X en la práctica de Estomatología Revista Habanera de Ciencias Médicas. Volumen 7 en ciencias tecnológicas. Págs. De- 337 al 347. URL disponible: <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v14n3/rhcm11315.pdf>
3. **Sanzberro Valeria y Sdrigotti Ariel (2014)**. Medidas de Bioseguridad en los servicios de diagnóstico por imágenes. Argentina 2014. [tesis para obtener el título de cirujano dentista]: Universidad abierta interamericana. URL disponible: <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC116692.pdf>
4. **Jodar S et Al. (2012)**. Manejo de las radiaciones ionizantes en instalaciones dentales españolas: intraorales y panorámicos en *Avances en odontoestomatología*. Volumen 21, España 2013. Págs. Del 365 al 369. URL disponible: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v21n1/original4.pdf>
5. **Ana Rocío Castro Matamoros (2010)**. Evaluación de las medidas de protección y los riesgos que implica la toma radiográfica, en las clínicas de en la Facultad de Odontología Campus Minatitlán, durante el periodo Agosto- Noviembre 2010. Universidad Veracruzana 2010. URL disponible: <https://core.ac.uk/download/files/605/16756819.pdf>
6. **Claudia Lucrecia Quiroa Delgado (2009)**. Conocimiento que tienen los odontólogos de práctica general sobre medidas de protección (Tanto para el operador como para el paciente), en la utilización de rayos X en sus clínicas privadas de la ciudad de Guatemala 2009”, [tesis para obtener el título de cirujana dentista]: Universidad San Carlos de Guatemala 2009. URL disponible: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/09/09_1968.pdf
7. **López Torres GA y Del Águila Echevarría J. Perú 2014**. Errores más frecuentes en la toma de radiografías periapicales y zona anatómica, clínica

odontológica – Facultad odontología, UNAP 2006 – 2013, [tesis para obtener el título de cirujana dentista]: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos 2014. URL disponible: <http://dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/499/1/TESIS%20COMPLETA.pdf>

8. **Karla Milagros Ochoa Cerrón. Perú 2013.** Relación entre el nivel de conocimiento y la actitud hacia la aplicación de normas de bioseguridad en radiología de los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2013. ", [tesis para obtener el título de cirujana dentista]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - 2013. URL disponible: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3697/1/Ochoa_ck.pdf
9. **Eric Whaites (2010).** "*Radiologia odontologica*" España – 2010. Cuarta edición Pag. 102
10. **Vimal Sikril (2012).** "*Fundamentos de radiología dental*" España – 2012. Cuarta edición. Pág. 212
11. **Frommer H, Stabulas J (2011).** "*Radiología dental*" Brasil – 2011. Tercera edición. Pág. 345
12. **Haring - Janse (2013).** "*Radiología dental*" México – 2013. Tercera edición 2013. Pág. 89
13. **De freitas A, Faria I y Souza J (2012).** "*Radiología odontologica*". México – 2012. Quinta Edición. Pág. 2011
14. **Wu, R.Y.; Chiang, H.; Shao, B.J.; Li, N.G. y Fu, Y.D(2013).** Effects of 2.45-GHz microwave radiation and phorbol ester 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate on dimethylhydrazine-induced colon cancer in mice", *Bioelectromagnetics*; 15(6): 531-538.
15. **Yang, G.Y.; Gong, C.; Qin, Z.; Liu, X.H. y Lorris- Betz, A (2016).** Tumour necrosis factor alpha expression produces increased blood- brain barrier permeability following temporary focal cerebral ischemia", *Brain. Res. Mol. Brain. Res.*, 69(1), Mayo: 135-143.
16. **Yellon, S.M. (2004).** Acute 60 Hz magnetic field exposure effects on the melatonin rhythm in the pineal gland and circulation of the adult Djungarian hamster", *J. Pineal Res.*, 16(3), Abril: 136-144.

- 17. Yong, V.W.; Krekoski, C.A.; Forsyth, P.A(2012).** Bell, R. y Edwards, D.R.,
“Matrix, metalloproteinases and diseases of the CNS”, Trends Neurosci.,
21(2), Febrero: 75-80.
- 18. Yuan, D.; Zhou, W. y Ye, S (2000).** Effect of leaded and unleaded gasoline
on the mutagenicity of vehicle exhaust particulate matter, J. Environ. Pathol.
Toxicol. Oncol., 19: 41-48.
- 19. Alarcón Montoya, G; Prado Juscamaita JI Y Albornoz Solís, Y.**
“*Metodología de la investigación científica en salud*” Primera edición 2009,
Pillcomarca-Huánuco. Pág. 219.
- 20. Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C Y Baptista Lucio P.**
“*Metodología de la investigación*” Cuarta edición 2006, Distrito federal-México.
Págs.471 al 476
- 21. Ñaupas Paitán et al (2012).** “*Metodología de la investigación científica y
elaboración de tesis*” Segunda Edición 2012, Lima-Perú. Pág. 207, 223.
- 22. Carrasco Díaz S (2017).** “*Metodología de la investigación científica.* Segunda
Edición 2017. Lima-Perú. Pág. 351 y 356.

ANEXOS



HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

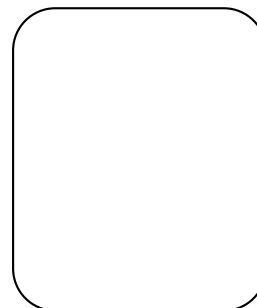


Yo:..... con
DNI:....., doy constancia de haber sido informada y de haber entendido en forma clara el presente trabajo de investigación; cuya finalidad es obtener información que podrá ser usada en la planificación de acciones de desarrollo y mejoras en la salud integral de los adolescentes. Teniendo en cuenta que la información obtenida será de tipo confidencial y sólo para fines de estudio y no existiendo ningún riesgo; acepto que rellenar la encuesta y ser examinado por el responsable del proyecto.

Responsable del trabajo: MILLER RAMIREZ, Cindy Natalie
Bachiller en odontología

Fecha de aplicación:

Firma del paciente





INSTRUMENTO

FICHA EVALUATIVA DOSIMETRICA

Nombre del paciente:

Edad..... genero..... fecha/...../.....

Cuestionario

1.- Tiempo de exposición de la radiación.....

2.- Cantidad de dosis de radiación ionizante

a) < 20 mSv ()

b) 20 mSv..... ()

c) > 20 mSv..... ()

3.- Numero de radiografías tomadas al día

a) 1 – 2 ()

b) 3 – 4 ()

c) > 5 ()

4. Medidas de protección

a) Completo

b) Incompleto

c) Ninguno


MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: NIVEL DE DOSIS DE RADIACIÓN IONIZANTE EN LOS ALUMNOS DE LA CLINICA ESTOMATOLOGICA DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, 2017

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2. OBJETIVOS	3. HIPÓTESIS
<p>General</p> <p>¿Cuál es el nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017?</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pe1. ¿Cuál es la cantidad de dosis de radiación ionizante recibido en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017? - Pe2. ¿Cuál es la cantidad de radiografías por día que toman los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017? - Pe3. ¿Cuáles son las medidas de protección radiológica en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco 2017? 	<p>General</p> <p>Determinar el nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oe1. Comprobar la cantidad de dosis de radiación ionizante recibido en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017. - Oe2. Determinar la cantidad de radiografías por día que toman los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017. - Oe3. Establecer las medidas de protección radiológica en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017. 	<p>Hipótesis de investigación</p> <p>Existe alto nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.</p> <p>Hipótesis nula</p> <p>No existe alto nivel de dosis de radiación ionizante en los alumnos de la clínica estomatológica de la universidad de Huánuco, 2017.</p>

PANEL FOTOGRAFICO

CALLE LAS CAMELIAS N° 511 OF. 401 SAN ISIDRO - LIMA - LIMA



nuclear control s.a.c.
InLight System ***

Las Camelias N° 511 Of. 401 San Isidro
Lima 27 Telf.: 221-2508 Telefax: 442-3022 R.U.: 0135542
e-mail: nuccon@amauta.rcp.net.pe

SEÑORES: CINDY NATALIE MILLER RAMIREZ

DIRECCION: Huallayco N° 1732 -HUANUCO

R.U.C. 20101994091

BOLETA DE VENTA

001 - N°0001446


001-0001446

CODIGO CLIENTE	FECHA DE EMISION	FECHA VENCIMIENTO	N° ORDEN DE COMPRA	GUIA REMISION	CORRESPONDIENTE AL MES
6104	09/10/2017	24/10/2017			OCTUBRE

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	IMPORTE
8	01	SERVICIO DE DOSIMETRIA	472.00
SON: CUATROCIENTOS SETENTIDOS y 00/100 Soles s. e. u. o			
TOTAL			S/. 472.00

N-01431_P-004
FORMAS CONTINUAS Y DERIVADOS S.A.
RUC: 20100029183 TELF: 338-8602 / 338-7781
AV. MAQUINARIAS 2164 LIMA1
AUT. SUNAT: 0225858021 EL: 22/08/2008
SERIE DEL 001-0000751 AL 001-0001750

ADQUIRENTE O USUARIO



nuclear control
DOSIMETRIA DE RADIACIONES

DOSIMETRO		PAG.
M	2017	10
		1

LISTA DE ENVIO

CODIGO PARTICIPANTE	NOMBRE PARTICIPANTE	TIPO DOSIMET	TIPO EXPOS.	N° DE REFERENCIA
6104	UNIVERSIDAD DE HUANUCO			
23537	RUBLES CHAMORRO, Miguel	I	1	736822
23538	GONZALES SALAZAR, Pompil To	I	1	736823
23539	SOLORZANO CARSAJAL, Sandra	I	1	736824
23540	SIPION BARRUETA, Brenda Xicolara	I	1	736825
23541	VILLANUEVA VALENCIO, Steffane	I	1	736826
23542	SALAZAR RUBINA, Xicolara	I	1	736827
23543	RAMIREZ DURAND, Yoorch Marlon	I	1	736828
23544	MONTOYA RODRIGUEZ, Fernando Juan	I	1	736829
Total Dosímetros			8	

CODIGO	CLIENTES	PROCESO	PAG
6104	UNIVERSIDAD DE HUANUCO	20171108	1
		Novi 2017	

PARTICIPANTE			DOSIS DEL MES EN MILISIVERTS			DOSIS ANUAL EN MILISIVERTS			DOSIMETROS					
CODIGO	NOMBRES	SEXO	RAD	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	EFFECTIVA	CRISTALINO	PIEL	AJU	REP	MES	AÑO	NUMERO
23537	ROBLES CHAMORRO, Miguel	M	1	M	M	M	0.00	0.00	0.00	1	10	2017	736822	
23538	GONZALES SALAZAR, Pompil	M	1	M	M	M	0.00	0.00	0.00	1	10	2017	736823	
23539	SOLORZANO CARBAJAL, Sandr	F	1	M	M	M	0.00	0.00	0.00	1	10	2017	736824	
23540	SIPION BARRUETA, Brenda X	F	1	0.10	M	M	0.10	0.00	0.00	1	10	2017	736825	
23541	VILLANUEVA VALENCIO, Stef	F	1	0.10	M	M	0.10	0.00	0.00	1	10	2017	736826	
23542	SALAZAR RUBINA, Xiomara	F	1	0.10	M	M	0.10	0.00	0.00	1	10	2017	736827	
23543	RAMIREZ DURAND, Yoorch Ma	M	1	0.10	M	M	0.10	0.00	0.00	1	10	2017	736828	
23544	MONTOYA RODRIGUEZ, Fernan	M	1	M	M	M	0.00	0.00	0.00	1	10	2017	736829	

① ② TOTAL CLIENTE 8 ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯

[Signature]
DR. AYMAR
DIRECTOR TÉCNICO
NUCLEAR CONTROL S.A.C.

[Signature]
LIC. GLORIA CARDENAS
DIRECTORA DE LABORATORIO
NUCLEAR CONTROL S.A.C.

Estudio en 20 días
Radiación









