



Universidad Abierta Interamericana.
Sede regional Rosario.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA.

Facultad de Medicina y Ciencia de la Salud.

Sede Regional Rosario.

Licenciatura en Producción de Bioimágenes.

**“ELEMENTOS DE RADIOPROTECCION EN EL SERVICIO DE UNIDAD DE
TERAPIA INTENSIVA”**

Alumna: Núñez Romina Gabriela.

Tutor: Sdrigotti Ariel.

Julio 2014.



ÍNDICE

Resumen.	1
Introducción.	2
Problema.	4
Hipótesis.	5
Objetivos.	6
Justificación.	7
Estado del arte.	8
Marco teórico.	11
CAPITULO I	
1. Radiación ionizante.	11
1.1. Origen de las radiaciones ionizantes.	12
1.2. Fuentes de radiación ionizantes.	13
1.3. Magnitudes y unidades radiológicas.	13
CAPITULO II	
2. Efectos biológicos.	16
2.1. Clasificación según relación causa-efecto.	16
2.2. Clasificación según relación temporal.	19
2.3. Clasificación según tejidos irradiados.	19
2.4. Genéticos o hereditarios.	20



2.5. Síndrome agudo de radiación.	20
CAPITULO III	
3. Radioprotección.	23
3.1. Bases de la protección.	23
3.2. Normas específicas contra radiaciones ionizantes.	24
3.3. Normas de protección en UTI.	25
CAPITULO IV	
4. Límites de dosis.	26
4.1. Límites de dosis en trabajadores expuestos.	26
4.2. Métodos de reducción de dosis absorbida.	27
4.3. Límites de dosis para pacientes.	27
4.4. Límites de dosis para embarazadas.	27
CAPITULO V	
5. Dosimetría personal.	28
5.1. Tipos de dosímetros.	28
5.2. Recomendaciones para el uso del dosímetro.	30
CAPITULO IV	
6. Elementos de protección radiológica.	32
Materiales y métodos.	34
Momento técnico-metodológico.	34
Resultados.	38
Conclusión.	41



Universidad Abierta Interamericana.
Sede regional Rosario.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.

Bibliografía.	42
Anexos.	44



RESUMEN.

El presente estudio de investigación se basa en el uso correcto de los elementos de radioprotección tanto en el personal de salud expuesto como en los pacientes en la Unidad de Terapia Intensiva (UTI). Se ha planteado como objetivo de investigación conocer el cumplimiento del uso de elementos de radioprotección disponibles y conocer los motivos que esgrime el personal de salud en la decisión de usar o no estos elementos.

Para llevar adelante este trabajo se ha elaborado un estudio descriptivo retrospectivo y transversal. Se ha trabajado con la totalidad del universo conformado por parte del personal de salud que desempeña sus funciones laborales en la UTI del sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, a los cuales se les realizó una encuesta. Además se llevo a cabo una observación directa de los elementos disponibles con los que cuenta el personal en dicha área.

De acuerdo a la información obtenida se subraya que el personal de salud a pesar de tener los conocimientos sobre la peligrosidad que produce la exposición a las radiaciones ionizantes, a ellos y al paciente, no cumplen con el uso de los elementos de protección radiológica.



INTRODUCCIÓN.

Como muchos otros agentes físicos, químicos y biológicos, las radiaciones ionizantes y en particular los rayos x, son capaces de producir daño orgánico.

La radiación interacciona con la materia viva, provocando en ellos principalmente el fenómeno de ionización dando lugar a cambios importantes en células, tejidos, órganos en el ser humano en su totalidad o su descendencia. El tipo y la magnitud del daño dependen de la clase de radiación, de su energía, de la dosis absorbida, y del tiempo de exposición.¹

En el campo de la salud las radiaciones ionizantes se usan para diagnóstico por la capacidad de ver órganos y estructuras, así como también para el tratamiento de enfermedades, por la capacidad intensa para destruir células. Los rayos x penetran en el cuerpo, produciendo una semisombra que contiene áreas más clara y más oscuras que permiten ver la imagen de los órganos internos, que luego se interpreta para el diagnóstico. Sin embargo su utilización conlleva riesgos para el hombre, por lo que su uso debe estar regido por medidas de protección, que aseguren un balance entre el beneficio y los riesgos, eliminando estos últimos para el personal ocupacionalmente expuesto. Es necesario limitar los efectos en estas actividades, en particular en el manejo de las fuentes de rayos x.

En 1931, a partir de las observaciones de los daños producidos por las radiaciones surge un organismo internacional, denominado “Comisión Internacional de Protección Radiológica” (ICPR), la cual se encarga de emitir una serie de recomendaciones basadas en los más recientes conocimientos científicos sobre los efectos de la radiación, para orientar a las autoridades encargadas en cada país de la regulación, control en materia de seguridad nuclear y protección radiológica. Con el fin de minimizar las dosis de radiación, teniendo en cuenta los aspectos económicos y sociales, se debe acudir a una

¹ Stewart C. Bushong. “Manual de radiología para técnicos”. Editor: Elsevier España 2010.



serie de normas y reglamentaciones, que de manera clara y unificada, ayuden a controlar este riesgo y a la conservación de las generaciones presente y futura.

En el siguiente trabajo se conocerá si el personal de salud de la UTI del Sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe cumple o no con el uso de los elementos de radioprotección y conocer los motivos que esgrime en su decisión de utilizar o no.

Se pretende que los datos resultantes sirvan para suministrar información acerca de los riesgos que implica la exposición a radiaciones ionizantes con el fin de incentivar a todo el personal de la salud acerca de la importancia del uso de estos.



Universidad Abierta Interamericana.
Sede regional Rosario.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.

PROBLEMA.

¿El personal ocupacionalmente expuesto en la Unidad de Terapia Intensiva del Sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario provincia de Santa Fe, utiliza los elementos de radioprotección?



Universidad Abierta Interamericana.
Sede regional Rosario.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.

HIPÓTESIS.

El personal ocupacionalmente expuesto de la Unidad de Terapia Intensiva del sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe utiliza correctamente los elementos de radioprotección.



OBJETIVOS.

Objetivo general:

- Determinar el cumplimiento del uso de los elementos de radioprotección por parte del personal ocupacionalmente expuesto en la Unidad de Terapia Intensiva del Sanatorio MAPACI, de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

Objetivos específicos:

- Conocer las condiciones edilicias, de seguridad y protección de la Unidad de Terapia Intensiva.
- Observar si cuenta el servicio de UTI con los elementos de radioprotección.



JUSTIFICACIÓN.

Se desea brindar información acerca de la utilización de los elementos de radioprotección para generar consciencia en el personal ocupacionalmente expuesto sobre el correcto uso.

Además para asegurar el cumplimiento de la normativa tanto en el servicio en estudio como en el resto de los efectores que utilizan radiaciones ionizantes.

El personal ocupacionalmente expuesto debe conocer certeramente las normas de seguridad de la unidad de terapia intensiva en el momento de la realización del estudio con radiación ionizante. Para asegurar la salud propia y del paciente.

La autoridad regulatoria nuclear es la Institución del Estado Argentino dedicada al control y protección de las personas, el ambiente y las futuras generaciones del efecto nocivo de las radiaciones ionizantes, es por ello que la correcta utilización del dosímetro es el principal elemento utilizado para la medición de la radiación absorbida.



ESTADO DEL ARTE.

Una de las investigaciones vinculadas con la temática fue un trabajo de grado sobre las **“Medidas de prevención para evitar efectos en la salud por exposición a radiaciones ionizantes en los trabajadores del sector sanitario”** el mismo se realizó en la Universidad Javeriana, Facultad de Enfermería-Medicina, Bogotá [Héctor Alejandro Sánchez Pacheco (2008)].

El estudio se llevó a cabo a partir de la búsqueda, análisis y selección de artículos científicos analíticos o descriptivos, relacionados con las radiaciones ionizantes, los efectos en la salud y las medidas preventivas en trabajadores que se encuentran expuestos a radiaciones, buscando conocer de manera puntual los efectos más frecuentes asociados a la exposición y las medidas preventivas de las radiaciones ionizantes.

Los hallazgos del trabajo reportaron que los efectos asociados por exposición a radiación ionizantes producen: aberraciones cromosómicas, inducción a mutaciones, cambios en la expresión de genes, las radiaciones ionizantes reducen a la mitad el esperma gonadal masculino, leucemia linfocítica crónica. Las radiaciones producen alteraciones hereditarias que afectan a las vías de adhesión celular, la polaridad del epitelio, y la comunicación celular. Dentro de las medidas se controla a nivel de las radiaciones ionizantes se incluyen: limitación del tiempo de exposición, utilización de pantallas o blindajes de protección, distancia a la fuente radiactiva. La utilización de elementos de protección personal es el método más recomendado.

Investigadores cubanos realizaron un estudio sobre **“Empleo de dosímetro termoluminiscentes en la evaluación de la dosis ocupacionales en radiología intervencionista”** [Daniel Molina Pérez, Alina Martínez González, Luis Jova Sed (2001)].

El estudio consistía en realizar un control dosimétrico individual de un grupo médico involucrado en la radiología intervencionista en uno de los centros cabeceras a nivel nacional. Dicho control se llevó a cabo empleando dosímetros termoluminiscentes de cuerpo entero y manos por el tiempo comprendido de un año con una frecuencia de cambio del dosímetro mensual.



Con esto se pretendía evaluar la dosis efectiva y la dosis equivalente en manos y cristalino del personal y poder compararlas con los límites de dosis y con los niveles de dosis de otras prácticas.

En el grupo medico seleccionado se incluyo a todo el personal médico vinculado en la práctica, técnicos radiológicos, instrumentistas y enfermeras. En todos los casos el personal utilizaba delantales plomados con una equivalencia de 0,5 mm de plomo. A cada persona se le asigno un dosímetro de cuerpo entero, colocado debajo del delantal en la región superior del tronco, y un dosímetro de anillo colocado en la mano. Con vistas a evitar errores todos los dosímetros fueron identificados con los nombres y código individual del personal.

La conclusión indicó que el empleo de dosímetro termoluminiscente permitió la determinación de las dosis que recibe el personal que trabaja en un servicio de radiología intervencionista. Los valores obtenidos demostraron que se cumplen los límites de dosis recomendados internacionalmente, no obstante, los niveles de dosis son superiores a otras prácticas. Es fundamental realizar mensualmente el monitoreo de la dosis del personal que efectúa los estudios de radiología intervencionista.

En el Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil se efectuó una revisión integradora de la literatura acerca de **“El uso de ropa protectora para reducir la dosis de radiación absorbida”** con el objetivo de evaluar la relación entre el uso de ropa protectora y la reducción de la dosis de radiación absorbida, aumentando la eficacia de su uso tanto para los individuos expuestos ocupacionalmente como para los pacientes [Flavio Augusto Penna Soares, Aline García Pereira, Rita de Cassia Flor (2008-2009)]

La muestra estuvo constituido por 21 artículos, dos libros, una tesis, una monografía un programa de computación, base de datos de investigación (Instituto brasileño de Geografía y Estadísticas, y el Departamento del Sistema de Salud) y dos guías de protección radiológica. La revisión de la literatura comprendía las siguientes frases: identificación del tema, definición de criterios de inclusión y exclusión, resúmenes de los temas seleccionados y la evaluación de los estudios incluidos; categorización de los estudios, interpretación y presentación de los resultados de la revisión. La búsqueda



bibliográfica se llevo a cabo en el centro latinoamericano del Caribe de información e ciencias de la salud (BIREME), la búsqueda en las bases de datos se realizo teniendo en cuenta como los descriptores de búsqueda en portugués: reducción de la dosis, delantales de plomo, radiología, rayos x, dosis absorbida y prendas de protección radiológica. Los descriptores en ingles fueron: delantal plomado, reducción de la dosis, prenda de protección, rayos x, tomografía computada, fluoroscopia y protección radiológica.

Entre los resultados obtenidos se indica que el uso de ropa de protección radiológica, teóricamente, reduce de un 86 a un 99% de la dosis absorbida. En la práctica, los pacientes pueden reducir 88% en radiología convencional y alcanzar un 95% en tomografía computada. En los individuos expuestos ocupacionalmente, la reducción durante un cateterismo cardiaco es de alrededor de 90% y para una cirugía ortopédica del 85%

Se llego a la conclusión de que el uso de ropa de protección radiológica es un costo efectivo, bajo y reduce las radiaciones innecesarias en los individuos expuestos ocupacionalmente y en los pacientes. Por lo tanto, su uso es necesario para la ejecución de un programa eficaz de protección radiológica frente al uso de radiación ionizante.



MARCO TEÓRICO

CAPITULO I.

1. Radiaciones ionizantes.²

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

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

Existen varios tipos de radiaciones emitidas por los átomos, siendo las más frecuentes: la desintegración beta, la emisión alfa, de rayos x y neutrones. Las características de cada radiación varían de un tipo a otro, siendo importante considerar su capacidad de ionizar y su capacidad de penetración, que en gran parte son consecuencia de su naturaleza.

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

Radiación beta negativa: son electrones emitidos desde el núcleo del átomo como consecuencia de la transformación de un neutrón en un protón y un electrón.

Radiación beta positiva: es la emisión de un positrón (partícula de masa igual a la del electrón y carga positiva) como resultado de la transformación de un protón en un neutrón y positrón. Este tipo de radiaciones tiene un nivel de energía menor que las

² Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. "NTPG 14": Radiaciones Ionizantes: Normas de Protección. España.



partículas alfa y una capacidad de penetración mayor; son absorbidas por una lámina de metal.

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

Radiación gamma: son radiaciones electromagnéticas procedentes del núcleo del átomo, tiene menor nivel de energía que las radiaciones alfa y beta, y mayor capacidad de penetración, lo que dificulta su absorción por los apantallamientos.

Rayos x: también son de naturaleza electromagnética pero se originan en los orbitales de los átomos como consecuencia de la acción de los electrones rápidos sobre la corteza del átomo. Son de menor energía pero presentan gran capacidad de penetración; son absorbidos por apantallamientos especiales de grosor elevado.

1.1. Origen de radiaciones ionizantes:

Dependiendo del origen podemos distinguir entre radiactividad natural y radiactividad artificial.

La radiactividad natural siempre está presente en el ambiente, tanto de origen cósmico como procedente de los materiales radiactivos existentes en la naturaleza.

El ser humano ha estado expuesto a las radiaciones ionizantes desde el comienzo de los tiempos. El conjunto de radiaciones naturales se conoce como radiación de fondo que depende de numerosos factores como el lugar de residencia, la altitud, materiales de construcción la composición del suelo y otras. Recibimos continuamente esa radiación, ingerimos a diario productos que contienen cantidad muy pequeñas de sustancias radiactivas y todos los seres vivos acumulamos pequeñas cantidades de algunos isótopos radiactivos.³

La radiactividad artificial es la que se produce por la intervención humana aunque su fuente sea natural, para obtener beneficios que tienen que ser superiores al riesgo que

³ “Radioprotección en práctica médica”. 4ta jornada de protección radiológica del paciente. Ciudad de Santa Fe. Ing. Ricardo Sacc. CER consultora en radiaciones. Noviembre 2005.



representan. En la actualidad el uso de radiaciones ionizantes son utilizados para la medicina, tanto en el diagnóstico como en los tratamientos clínicos, investigación, obtención de energía, radiografías industriales, como así también en la agricultura y muchos otros.

1.2. Fuentes de radiación ionizantes.

Las fuentes de las radiaciones ionizantes pueden ser naturales o artificiales:

Naturales: proceden de radioisótopos que se encuentran presentes en el aire, el cuerpo humano, los alimentos, la corteza terrestre (rocas, materiales de construcción), el agua o del espacio (radiación cósmica). Son radiaciones no producidas por el hombre.

Artificiales: están producidas por ciertos métodos o aparatos desarrollados por el ser humano como por ejemplo generadores de rayos x, unidades de teleterapia, radioisótopos (usados para diagnósticos médicos y aplicaciones en industria y agricultura), fuentes de radiactividad abiertas y selladas, detonaciones nucleares, radionúclidos (en funcionamiento de instalaciones radiactivas y nucleares), desechos radiactivos. La naturaleza de las radiaciones ionizantes es idéntica a la de las naturales.

Del conjunto de las fuentes radiactivas a las que nos encontramos sometidos el mayor porcentaje de dosis recibida procede de la radiactividad natural siendo aproximadamente en un 82%, mientras que la dosis recibida por fuentes artificiales es del 18%.

1.3. Magnitud y unidad radiológicas.

El Sistema Internacional (SI) de unidades es un conjunto consistente de unidades que cubre todas las áreas de la ciencia y, de acuerdo con las recomendaciones de la COMISION INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS DE RADIACION (ICRU), ha adoptado una serie de unidades relacionadas con la radiactividad.⁴

Actividad: la actividad (A) de radionúclido se define como el número de transformaciones nucleares espontáneas que se suceden en el mismo en la unidad de

⁴ Gallego Díaz, Departamento de Ingeniería Nuclear. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. "Riesgo por exposición a radiaciones ionizantes"



tiempo, siendo su unidad de medida en el Sistema Internacional el Becquerel (Bq), que corresponde a una desintegración por segundo. La unidad en el sistema cegesimal es el Curi (Ci) que equivale a 37 mBq.

Periodo de desintegración: es el tiempo (T) necesario para que la actividad de un radionucleido se reduzca a la mitad. Esta magnitud es muy variable de unos radionucleidos a otros.

Energía: el nivel de energía de una radiación ionizante se mide en electronvoltios (eV), depende del radioisótopo y en general aumenta con el tamaño de la partícula emitida.

Es muy importante no confundir la actividad o la energía de la radiación con la dosis, que es una medida del efecto que causa la radiación sobre el receptor, la dosis depende tanto de la energía que se libera del receptor como de la calidad de radiación.

Exposición: se emplea para medir la capacidad de la radiación para producir iones en el aire. Su unidad en el Sistema Internacional de medida es el C/KG.

Dosis absorbida: es la cantidad de energía (D) cedida por la radiación a la materia irradiada por unidad de masa. La unidad de medida en el Sistema Internacional es el Gray (Gy) que equivale a 100 Rad.

La dosis absorbida en un tejido orgánico no determina el efecto biológico resultante, ya que intervienen otros factores tales como:

- . Naturaleza de la radiación.
- . Energía y espacio.
- . Tipos de efecto biológicos.

Dosis equivalente: es el producto de la dosis absorbida (D) por un factor de ponderación de la radiación (W_r), se mide en Sievert (Sv), tiene en cuenta tanto la cantidad de energía que absorbe el tejido vivo como la calidad de sus repercusiones biológicas según el tipo de partículas.



Universidad Abierta Interamericana.
Sede regional Rosario.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.

Dosis efectiva: se define como la suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo procedentes de irradiaciones internas y externas. La unidad de la dosis efectiva es el Sievert (Sv).



CAPITULO II.

2. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.⁵

Cuando la radiación interacciona con la materia, pierde su energía en sucesivas colisiones, produciendo la ionización de átomos y moléculas en su trayectoria. Como consecuencia, se pierden en el medio irradiado una serie de alteraciones, lesiones o daños físicos, químicos y biológicos. La severidad de los efectos depende de diferentes factores, tales como:

- . Cantidad de radiación recibida.
- . Intensidad de la radiación y manera en que se la recibe.
- . Naturaleza y energía de la radiación.
- . Naturaleza del medio

La irradiación de un organismo vivo disminuye los mecanismos de defensa con los cuales el organismo intenta reparar el daño producido. Las alteraciones finales serán más o menos importantes dependiendo del nivel del éxito alcanzado por tales mecanismos. En este caso, la gravedad del efecto biológico y el tipo de efecto producido también dependerá de la especie de organismo, del órgano afectado y del periodo durante el que ha sido irradiado de manera continua o discontinua.

Existen varias formas de estudiar los efectos biológicos, teniendo en cuenta diversos criterios, siendo el más importante, la clasificación según la relación causa-efecto, que se explica a continuación:

2.1 Según la relación causa-efecto:

Se clasifican en:

Efecto estocástico(o probabilísticos).

Son aquellos efectos de la radiación que son tanto más probables cuanto mayor sea la cantidad de radiación recibida, esto es, el riesgo de producirse, depende de cantidad de

⁵ Ortega Aramburu, J. Jorba Bisbal. "Radiaciones ionizantes, utilización y riesgos". Volumen 1. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 1994.



radiación recibida, pero cuya intensidad una vez producido el efecto no depende de esa cantidad de radiación. Para los efectos estocásticos se acepta, aun si tener la certeza absoluta, que por muy pequeña que sea la cantidad de radiación recibida puede ocurrir algún tipo de efecto, el cual, una vez que ocurre, es siempre grave. Ejemplos de este tipo de efectos es la aparición de cánceres o los efectos genéticos.

En protección radiológica se asume que la probabilidad de que se produzca el efecto estocástico aumenta en forma lineal, cuando incrementa la dosis y no hay dosis umbral. Si no hay dosis umbral cualquiera dosis de radiación podría desarrollar un cáncer.

Los efectos estocásticos se caracterizan porque:

- Son menos frecuentes.
- Aparecen al azar solo en algunos individuos (aun cuando la dosis haya sido alta).
- Su severidad o intensidad no tiene relación con la dosis, pero a dosis mayores aumenta la probabilidad de que ocurran.
- Estadísticamente no existe umbral de dosis o estos son muy difíciles de establecer.

Los efectos estocásticos son los únicos que se pueden dar a dosis bajas y por eso el primer objetivo de la protección radiológica es prevenir y reducir las posibilidades de que se produzcan.

Efectos determinísticos:

La severidad depende de la dosis recibida, siendo las lesiones más severas a mayor dosis recibida, llegando a provocar incluso la muerte. Pero por debajo de una dosis mínima no tiene lugar. En general, se produce cuando a altas dosis de radiación afectan diversos tejidos y órganos como la medula ósea, al aparato digestivo, piel, testículos, ovarios, entre otros.

Se caracteriza por:

- La relación entre la magnitud del daño, la gravedad de la enfermedad en un individuo y la dosis es directa. Los efectos se producen en un plazo relativamente breve (días).



- Tienen una dosis umbral (nivel por debajo del cual no hay efectos detectables), seguido por una respuesta en la que se incrementa la intensidad del efecto a medida que aumenta la dosis de la radiación.

En la tabla a continuación se muestra un resumen de efectos biológicos deterministas a diferentes niveles de dosis. Se considera que una dosis de 10 Rem o 0.1 Sv es la dosis umbral para efectos deterministas.

Clasificación de efectos biológicos deterministas en función de la dosis absorbida.

DOSIS ABSORBIDA	EFEECTO
0,1 Sv (10 Rem).	No hay efectos fácilmente detectables.
0,1-0,25 Sv (10-25rem)	Daños detectables por medio de laboratorios especializados. (espermigramas, hematológicos).
<Análisis cromosómicos. 0,25-1 Sv (25-100 Rem)	Signos y síntomas clínicos en porcentaje crecientes según la dosis.
	Baja posibilidad de muerte.
	Esterilidad temporal o recuperable.
<2 Sv (200 Rem)	Baja probabilidad de lesiones
	Permanentes y de muerte.
>2 Sv (200 Rem).	Probabilidad de lesiones permanentes que aumentan con la dosis. La probabilidad de muerte en función de la dosis. La muerte es segura sobre 10 Sv (100 Rem).



2.2 Según la relación temporal.⁶

Entre el momento que tiene lugar la irradiación y el tiempo que transcurre hasta que manifiestan las lesiones, se clasifican en:

- **Efectos inmediatos o tempranos:**

Se manifiestan al cabo de horas o semanas, llegando a causar la muerte cuando los niveles de radiación recibida por todo el cuerpo son elevados, o causando un simple enrojecimiento de la piel.

- **Efectos retardados o tardíos:**

Se manifiestan cuando el cuerpo humano es sometido a bajas dosis de radiación, pero recibido a lo largo de un gran periodo de tiempo. Suelen provocar la aparición de cáncer o enfermedad congénita.

2.3 Según los tejidos irradiados:

Según la irradiación afecte las células somáticas o bien las germinales de un individuo, los efectos se clasifican en:

Somáticos:

Aparecen cuando los daños se manifiestan durante la vida del individuo irradiado, por irradiación de sus células somáticas. A su vez se dividen en inmediatos o retardados, en función del tiempo transcurrido desde su irradiación.

- **Somáticos inmediatos:** aparecen en el individuo en un intervalo de tiempo que puede ir desde unos días hasta semanas después de la exposición. Se estima que exista en cierta medida, un proceso de recuperación celular como por ejemplo, ocurre en el caso de fibrosis pulmonar causada por una dosis excesiva de radiación, a los eritemas de la piel.
- **Somáticos retardados:** ocurren al azar dentro de una población de individuos irradiados. La relación entre la inducción de la enfermedad (leucemia, tumor

⁶ Gómez Federico. Parte I, Colegio Internacional de Médicos Nucleares AC. “Aspectos biológicos y medios básicos sobre las radiaciones Ionizantes”. Trabajo publicado en el boletín del Hospital Infantil de México. Año 2001.



solido, etc.) y la dosis, solo puede establecerse sobre grandes grupos de población irradiadas. De acuerdo a los estudios conducidos con los supervivientes de las bombas atómicas, dichos efectos se manifiestan entre dos y treinta años después de la exposición.

2.4. Genéticos o hereditarios:

Son aquellos en que los daños se manifestarían en la descendencia del individuo irradiado, ya que la radiación ha producido lesiones en sus células germinales o reproductoras. No deben confundirse estos efectos genéticos o hereditarios causados por la irradiación de células germinales. Con la irradiación de las gónadas, se puede degenerar esterilidad y cuya magnitud depende de la intensidad de la dosis.

Puede aparecer en la primera generación o más, en los individuos de las generaciones sucesivas como enfermedades hereditarias, defectos mentales, anomalías óseas, entre otras. Son efectos estocásticos, ya que depende de que una célula germinal con la mutación relevante tome parte o no en la reproducción, pero a la fecha no se ha observado en humanos si no solo en animales.

2.5. Síndrome agudo de radiación: (SAR)

Es el conjunto de síntomas y signos consecutivos a la irradiación aguda en todo el cuerpo, cuya severidad depende de la magnitud de la dosis de radiación y su distribución temporo- espacial. La dosis más baja a la que puede aparecer alguna manifestación aguda es la de 1 Gy (100 Rem).

Al tratarse de un efecto determinado, el porcentaje de enfermo que presenta este síndrome, la precocidad de su aparición, y su gravedad, depende de la dosis recibida, y en definitiva, del número de células afectadas.

No todas las personas desarrollan el síndrome por completo, se manifiestan de tres formas:

- **Hematopoyética:** para dosis comprendidas entre 1-10 Gy.
- **Gastrointestinal:** dosis entre 10-20 Gy.
- **Neurológica:** con dosis superiores a los 50 Gy.



Las personas expuestas a radiaciones podrán sufrir del SAR solo si:

- La dosis de radiación es alta (las dosis de procedimiento médicos como las radiografías de tórax son demasiadas bajas para que se produzca el síndrome, sin embargo, las dosis en radioterapia para el tratamiento de cáncer podrían ser lo suficientemente altas como para causar algunos síntomas).
- Si la radiación es penetrante (es decir, si es capaz de llegar a los órganos internos).
- Todo el cuerpo del paciente o la mayor parte recibieron la dosis de radiación.
- La radiación es recibida en un periodo breve, por lo general en cuestión de minutos.

Generalmente los primeros síntomas son náuseas, vómitos y diarreas. Estos comienzan en cuestión de minutos a días después de la exposición, duran de minutos a varios días y pueden ser discontinuos. Por ello, la persona suele tener un aspecto saludable y sentirse bien por un periodo breve, después del cual se enferma nuevamente y presenta pérdida de apetito, agotamiento, fiebre, náuseas, vómitos, diarrea e incluso convulsiones y entrar en estado de coma, esta etapa de enfermedad grave puede durar desde algunas horas hasta varios meses. Pueden presentarse daños en la piel, el cual puede manifestarse en el término de unas pocas horas después de la exposición y pueden incluir hinchazón, picazón y enrojecimiento de la piel (como una quemadura solar grave). También puede producirse caída del cabello. Al igual con los demás síntomas, es posible que la piel se cure por un periodo breve y que, días o semanas más tarde, reaparezcan la hinchazón la picazón y enrojecimiento.

La curación de la piel podría demorar de varias semanas hasta algunos años, según la dosis que recibió la piel de persona irradiada.

Las probabilidades de supervivencia de las personas que sufren el síndrome de radiación aguda disminuyen a medida que aumenta la dosis de radiación. La gran mayoría de las personas que no se recuperan mueren en el término de varios meses después de la exposición. En la mayoría de los casos, la causa de la muerte es la destrucción de la médula ósea, lo que da lugar a infección y sangrado interno.

Efectos vs. Dosis absorbida, en caso de SAR.



Dosis Absorbida	Efectos
>100 Gy	Muerte del individuo en un breve lapso de tiempo, entre hs y días. Ya que se producen lesiones en el Sistema Nervioso Central.
10-50 Gy	Muerte del individuo en un lapso de tiempo entre una semana y dos después de la irradiación, debido a lesiones gastrointestinales.
5-10 Gy	Inflamación, eritema y descamación seca o húmeda de la piel.
3-5 Gy	Muerte de la mitad de los individuos irradiados en un lapso de tiempo de uno a dos meses, ya que afecta a la médula ósea.
<3 Gy	Alteraciones en órganos y tejidos, que van seguidos de reparaciones y cicatrizaciones, lo que puede dar lugar a su recuperación total o parcial.



CAPITULO III.

3. Radioprotección.

La protección radiológica es una disciplina científico-técnica que tiene como finalidad la protección de las personas y del medio ambiente frente a los riesgos derivados de la utilización de fuentes radiactivas, tanto naturales como artificiales en actividades médicas, de investigación o agrícolas.⁷

Las primeras normativas sobre radioprotección datan de 1928 y fueron elaboradas por un organismo internacional independiente de cualquier autoridad internacional o supranacional, denominado entonces “Comisión Internacional de Protección Contra los Rayos ‘x’ y el Radio”, fundado en base a una decisión adoptada en el 2º (segundo) Congreso Internacional de Radiología. En el año 1950 se reestructuró esta comisión y pasó a denominarse “Comisión Internacional de Protección Radiológica” (ICPR), nombre con el que se conoce en la actualidad.

Hoy en día está generalizada la existencia de normas de protección radiológica basándose en las recomendaciones dictadas por la IRCP. Esto permite un elevado nivel de homogeneidad en los criterios de protección radiológica reflejados en la legislación de la mayoría de los países. Las normas básicas de la radioprotección se establecen en reglamentos y decretos establecidos por cada país.

Los objetivos fundamentales de la protección radiológica son:

- Prevenir o impedir la producción de efectos biológicos determinísticos, reduciendo la dosis por debajo del umbral, estableciendo para ello un límite lo suficientemente bajo.
- Limitar la probabilidad de incidencia de efectos biológicos hasta valores que se consideren aceptables.

⁷ Consejo Nuclear, España, CSN (1994). “Radiaciones Ionizantes y no ionizantes” ISBN.

3.1 Bases de la protección:

El sistema de protección radiológica, recomendado por la ICPR, está basado en tres principios fundamentales: ⁸

- Justificación.
- Optimización.
- Limitación de dosis.

Justificación: los diferentes tipos de actividades que implican exposición a las radiaciones deben estar justificados por las ventajas que proporcionan. Las ventajas tienen que superar los efectos perjudiciales temporales.

Optimización: se sigue el criterio ALARA(as low as reasonably), según el cual todas las exposiciones a las radiaciones ionizantes deben mantenerse tan bajas como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta los citados factores económicos y sociales, las dosis individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad de que se produzcan exposiciones potenciales. Deben mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible.

Limitación de dosis: en todo caso, la dosis de radiación que puede recibir cualquier individuo no debe superar los valores establecidos como límites legales, lo que garantiza la protección del público en general y del personal profesionalmente expuesto. La limitación de los efectos derivados de la radiaciones ionizantes se consigue evitando las exposiciones no justificadas y manteniendo tan bajas como sea posibles las justificadas.

3.2 Normas específicas de protección contra radiaciones ionizantes.

Las normas básicas de protección contra la radiación externa dependen de tres factores:

- **Limitación del tiempo de exposición:** la dosis recibida es directamente proporcional al tiempo de exposición, por lo que, disminuyendo el tiempo,

⁸ José Acosta Mira, Sergio Cañete Hidalgo. "Manual de radioprotección". Universidad de Malaga. España. 2005.



disminuirá la dosis. Una buena planificación y un conocimiento adecuado de las operaciones a realizar permitirán una reducción del tiempo de exposición.

- **Utilización de pantalla o blindaje de protección:** para ciertas fuentes radiactivas la utilización de pantalla de protección permite una reducción notable de la dosis recibida por el operador. Existen dos tipos de pantallas o blindajes, las denominadas barreras primarias (atenúa la radiación del haz primario) y las barreras secundarias (evitan la radiación difusa).
- **Distancia a la fuente radiactiva:** la dosis recibida es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente radiactiva. En consecuencia, si se aumenta el doble la distancia, la dosis recibida disminuirá la cuarta parte. Es recomendable la utilización de dispositivos o mandos a distancia en aquellos casos en que sea posible.

3.3 Normas de protección radiológicas: (en la unidad de terapia intensiva con utilización de rayos x).

Para evitar superar la dosis máxima admisible o al menos reducirla a los límites más bajos posibles, existen tres procedimientos básicos de actuación:

- 1.- Procurar que la permanencia en las proximidades de la fuente de radiación sea lo más breve posible.
- 2.- Aumentar al máximo la distancia entre la fuente de radiación y el personal expuesto.
- 3.- Colocar barreras entre la fuente y la persona. Para ello se emplean blindajes constituidos por un material absorbente de la radiación con espesor suficiente. Pueden ser paredes, recipientes de gran espesor o plomadas, entre otros.

La aplicación de estas normas asegura tanto al paciente, familiares y personal de salud. Una protección adecuada frente a los riesgos derivados del uso de las radiaciones ionizantes, no son obstáculos para alcanzar un buen estudio sobre el paciente.



CAPÍTULO IV.

4. Límites de dosis.

Se define límite de dosis como el valor máximo de radiación que puede recibir cualquier persona en una exposición radiológica. Todo aquellos valores superiores a los límites permitidos no ofrecen seguridad en la salud del expuesto. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) ha recomendado límites de dosis con el objetivo principal de asegurar una protección adecuada para los individuos más expuestos. Estos valores nunca deben ser sobrepasados.

El propósito de los límites de dosis contenidos en el reglamento sobre protección sanitaria contra radiación ionizante es:

- Prevenir los efectos biológicos determinísticos.
- Limitar a valores aceptables la probabilidad de producir efectos biológicos estocásticos sobre el personal profesionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes y miembros del público.

4.1. Límites de dosis en trabajadores expuestos.

El límite de dosis efectiva será 100 mSv durante todo el periodo de 5 años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial. Existen otros límites concretos de dosis equivalentes en determinadas zonas del cuerpo, como son el cristalino (150 mSv), la piel (150 mSv sobre cualquier superficie cm², independientemente de la zona) y las manos, antebrazos, pies y tobillos (500 mSv).

Los trabajadores suelen llevar consigo unos dosímetros que le van a indicar en todo momento los niveles de radiación que reciben. Este hecho les permite conocer si las dosis recibidas se encuentran por debajo de los límites permitidos.



4.2. Los métodos de reducción de dosis absorbida son:

- Reducción del tiempo de exposición, puesto que la dosis equivalente que se recibe disminuye en relación al tiempo que dura la exposición, es decir, en una hora se reciben 100 mSv.
- Permanecer lo más lejos posible de las fuentes de radiación.
- Poner entre la fuente de radiación y el personal expuesto pantallas protectoras adecuadas a cada tipo de radiación.

4.3. Límites de dosis para pacientes:

Todos aquellos pacientes que reciben radiación como consecuencia de tratamiento o diagnósticos médicos, no presentan límites de dosis en la radiación que reciben. Esto es debido a que el riesgo al que se somete el paciente está compensado por el beneficio de un correcto diagnóstico y tratamiento, recayendo en el médico la responsabilidad de dicha disposición.

4.4. Límite de dosis en embarazadas:

Cualquier mujer embarazada expuesta a radiación externa por cuestión laborable no podrá superar los 1 mSv mensuales, para así evitar problemas en el feto. Este valor será comparable a una dosis de 2 mSv en la superficie del abdomen de una persona adulta. Esto no quiere decir que una persona embarazada no pueda trabajar o acceder a las aéreas donde existe exposición a radiaciones ionizantes, sin embargo se debe evaluar minuciosamente las condiciones en las que trabaja para evitar exposiciones superiores a las indicadas anteriormente. Las mujeres en periodo de lactancia no trabajaran en aquellas zonas que supongan un riesgo de contaminación interna.



CAPITULO V.

5. Dosimetría personal.

Los dosímetros personales son dispositivos o instrumentos que puede porta cómodamente el trabajador y que miden, evalúan y registran las dosis absorbidas por las personas expuestas a radiaciones ionizantes en función de su trabajo, contribuyendo por lo tanto a proteger su salud en relación con los posibles efectos biológicos.⁹

Su finalidad es garantizar que los trabajadores de forma individual cumplan con el sistema de limitación de dosis y que en este modo no sean expuestos de manera significativa.

5.1. Tipos de dosímetros de uso más corrientes:

- Dosímetros de cámara de ionización.
- Dosímetro de películas fotográficas.
- Dosímetro termoluminiscentes.

Dosimetría de cámara de ionización: estos son dispositivos del tamaño de un lapicero que contienen una pequeña cámara de ionización en la que el ánodo tiene una sección fija y móvil, que es una fibra de cuarzo metalizada. Antes de usarse se conecta momentáneamente a un cargador en la que se aplica un voltaje, la fibra se separa de la parte fija por repulsión electrostática, quedando lista, la cámara para ser usada. Luego, cada vez que le llegue radiación que produce ionización, los electrones que llegan al ánodo lo van descargando y la fibra se acerca nuevamente a la parte fija. El desplazamiento de la fibra depende de la exposición, y se puede observar directamente con un lente y el otro extremo del dosímetro. Se ve la fibra sobre una escala calibrada en unidades de exposición; la escala más frecuentemente va desde cero a 200 Mr.

⁹ Ortega Aramburu, J. Jorba Bisbal. "Radiaciones ionizantes, utilización y riegos". Volúmen 1. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 1994.

Las cámaras de ionización de bolsillo tienen la ventaja de que se puede tener la lectura de la exposición inmediatamente después de recibirla. Pero su desventaja es que no son de registro permanente. Su costo es más alto que el de las películas fotográficas, pero se pueden usar repetidas veces. Son sensibles a los golpes y otros maltratos.



Dosimetría de película fotográfica: a través del conocido fenómeno de velo de la película fotográfica, se aprovecha para conocer la dosis de absorción utilizando diferentes filtros de absorción.

La emulsión fotográfica contiene granos de bromuro de plata (AgBr), y al pasar por ella la radiación deja a su paso iones de bromo y plata suspendidos en la emulsión como imagen latente. Cuando se revelan las películas aparecen los granos de plata metálica. El oscurecimiento se mide después con un densitómetro óptico, que mide la transmisión de luz, y de allí se reduce la dosis recibida.

Como el oscurecimiento también depende del tipo y de la energía de la radiación recibida, en el porta dosímetro, que por lo general es una capsula de plástico, se incluyen filtros en forma de pequeñas placas de elementos absorbentes de radiación, como plomo, cadmio, cobre o aluminio el ennegrecimiento relativo de las zonas con filtros y sin filtros se pueden deducir algo sobre estas cantidades.

Los dosímetros de películas son de bajo costo, sencillos de usar y resistentes al uso diario. Son sensibles a la luz y a la humedad permiten tener un registro de la dosis acumulada, generalmente en un periodo de un mes.

Como la información sobre la dosis se recibe un tiempo después de recibida la exposición, son útiles para llevar el historial de exposición del personal.

Solo pueden ser utilizados una vez. No se puede medir con confianza dosis menores a 20 mRem.



Dosímetro termoluminiscente: son sustancias, como fluoruro de litio (LiF) o el fluoruro de calcio (CaF), que al recibir radiación muchos de los electrones producidos quedan atrapados en niveles de energía de larga vida, generalmente debido a defectos en la red cristalina. Cuando posteriormente son calentados estos cristales, los electrones atrapados vuelven a caer a sus estados originales, al mismo tiempo emitiendo luz (de allí el nombre de termoluminiscencia). La cantidad de luz emitida es proporcional a la dosis acumulada desde la última vez que se calentó.

Estos dosímetros son de costo accesible, resistentes y pueden usarse varias veces. Son más precisos que los de placa fotográfica, pero se necesita un equipo especial para efectuar las lecturas, las cuales no son inmediatas.

5.2. Recomendaciones para el uso del dosímetro personal.

Los dosímetros deben llevarse puestos durante toda la jornada laboral y luego de ser utilizados es conveniente guardarlos y protegerlos de posibles irradiaciones.

Debe colocarse en un lugar representativo de la parte más expuesta del cuerpo, generalmente en el tórax.

Nunca debe ser deliberadamente expuesto cuando no lo lleva puesto el usuario. El dosímetro asignado a una persona no debe ser utilizado por ninguna otra persona, cabe recordar que este es un instrumento de medición y que como tal deben tomarse ciertos cuidados; tener en cuenta además que la película puede ser afectada por el calor y la humedad, así como por gases y vapores químicos de diferentes tipos, los que pueden influir en los resultados.



Universidad Abierta Interamericana.
Sede regional Rosario.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.

Para una mayor una eficacia es necesario que los usuarios se responsabilicen por el cuidado y su buen uso.



CAPITULO VI.

6. Elementos de protección radiológica.

A continuación se detallan los elementos de protección radiológica que deben ser utilizados.

- **Delantales/chalecos plomados:** se encuentran realizados en vinilo y contienen plomo. Deben equivaler al menos de 0.25 mm de plomo (Pb) si los equipos de rayos x operan hasta 100 kv y a 0.35 mm de plomo si operan por encima de 100 kv. Podrían ser abiertos, con menos plomo en la espalda, debido al peso de plomo extra requerido, lo cual supone que quien utiliza esta siempre de cara a la fuente de radiación.
- **Protector tiroideo:** la glándula tiroidea es de gran sensibilidad a las radiaciones ionizantes y también es la zona más expuesta durante los procedimientos, por lo cual el protector tiroideo es un factor principal para proteger y disminuir el riesgo de daño. Su utilización disminuye la dosis efectiva a la mitad. Están realizados en vinilos plomado y deben tener una equivalencia a 0.5 mm de plomo.
- **Gafas plomadas:** deben estar confeccionadas con cristal plomado de 0.2 mm de espesor. Tienen una estructura ligera con una capa antirreflejante y protectores laterales, superior e inferior.
- **Guantes plomados:** están confeccionados con vinilo plomado y tienen que tener una equivalencia en plomo de 0.5 mm. Al ser muy duros tienen un valor muy limitado porque son difíciles de utilizar.
- **Biombos plomados:** son separadores de cama a cama, deben estar revestidas en plomo de un espesor de 0,25 a 0.50 de grosor, con el fin de disminuir la radiación remanente ambiental para proteger al resto de los pacientes.

Imágenes de los elementos de protección radiológicas.

Delantal plomado



Gónadas





MATERIALES Y MÉTODOS.

Se diseñó un estudio de caso, del tipo descriptivo, retrospectivo y transversal en el tiempo. Se utilizaron datos primarios a partir de un trabajo de campo, mediante el relevamiento de encuestas y observación del servicio de unidad de terapia intensiva.

MOMENTO TÉCNICO METODOLÓGICO.

Selección del diseño.

Se realizó un diseño cuantitativo, a través de encuestas y observación se logró determinar la utilización de los elementos de radioprotección por parte del personal ocupacionalmente expuesto de la unidad de terapia intensiva del Sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

Contexto.

Se realizó en el servicio de unidad de terapia intensiva del Sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

Lugar.

Las encuestas fueron realizadas al personal de terapia intensiva del sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

El efector es de carácter privado, atendiendo a pacientes que cuentan con cobertura de salud o que se atienden en forma particular. La entidad abarca todas las especialidades médicas, con especial desarrollo en Ortopedia y Traumatología, Rehabilitación y Fisiatría. Cuenta con servicios de guardias activas en Traumatología, Clínica y Cirugía General. Cuenta además con el respaldo de servicios auxiliares como laboratorio de análisis clínicos, banco de sangre, diagnóstico por imágenes de alta complejidad (radiología digital, tomografía axial computada helicoidal, resonancia magnética de alto campo y ecografía).



Universo.

Se define por el personal que desarrolla actividades en el servicio de terapia intensiva.

Población.

Personal ocupacionalmente expuesto del servicio de unidad de terapia intensiva del sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

Muestra.

Tres técnicos radiólogos, tres médicos y seis enfermeros del servicio de unidad de terapia intensiva del sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

Unidad de análisis.

Relevamiento de las encuestas al personal ocupacionalmente expuesto y observación de las condiciones edilicias del servicio de terapia intensiva del sanatorio MAPACI de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

Variables.

El uso de los elementos de radioprotección.

Indicadores.

Chaleco plomado, protector tiroideo, gafas plomadas, guantes plomados, biombo plomado y dosímetros.

Técnicas de recolección de datos.

Se realizarán observaciones del servicio de unidad de terapia intensiva y encuestas al personal ocupacionalmente expuestos.

Instrumentos de recolección de datos.

Encuestas para el personal ocupacionalmente expuestos.

1. ¿Cuál es su especialidad dentro del servicio?
2. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en el servicio?



3. ¿Sabe usted que las radiaciones ionizantes son peligrosas para su organismo?
 - a. Si
 - b. No
4. ¿Cuándo en la unidad de terapia intensiva van a emitir radiación ¿utiliza chaleco plomado?
 - a. Si
 - b. No
5. ¿En su servicio cuenta con la cantidad necesaria de chalecos plomados?
 - a. Si
 - b. No
6. ¿Cuenta con algún dispositivo de dosimetría personal?
 - a. Si
 - b. No
7. ¿Utiliza el dosímetro?
 - a. Si
 - b. No
8. ¿Cuáles de estos elementos son utilizados en el momento de la realización del estudio?
 - a. Chaleco plomado.
 - b. Protector tiroideo.
 - c. Gafas plomadas.
 - d. Guantes plomados
 - e. Biombo plomado
 - f. Dosímetros.



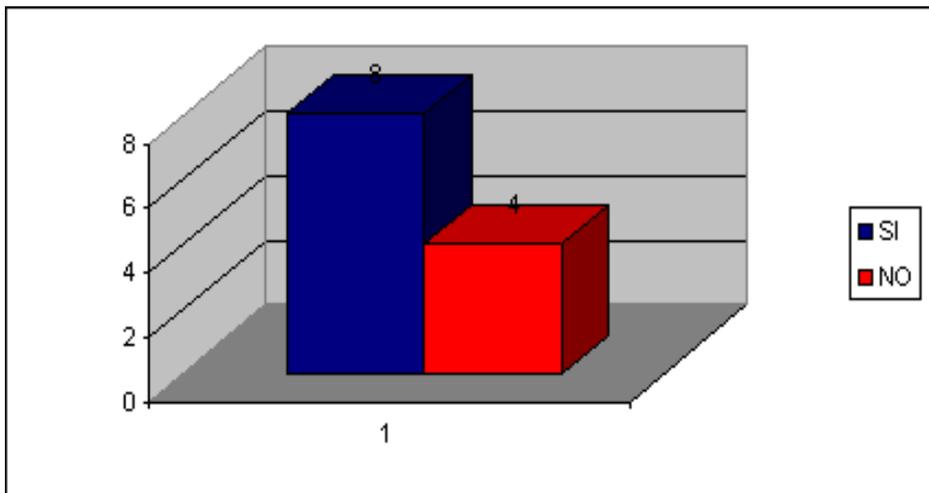
Planilla de relevamiento de los elementos de radioprotección dentro del servicio de UTI.

ELMENTOS DE RADIOPROTECCION	SI	NO
Chaleco plomado		
Protector tiroideo		
Gafas plomadas		
Guantes plomados		
Dosímetro		
Biombo plomado		

RESULTADOS.

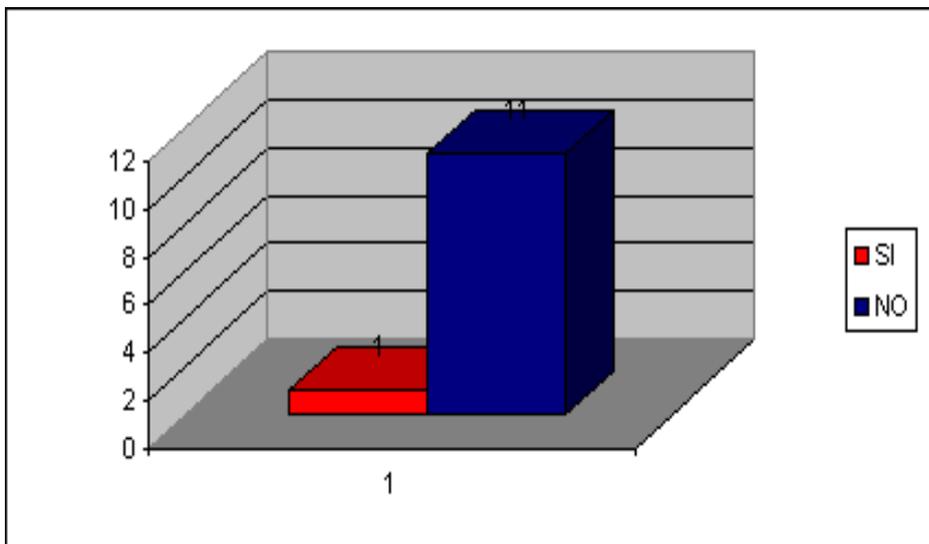
Según las encuestas realizadas en el servicio de unidad de terapia intensiva.

Pregunta tres: ¿Sabe Ud. Que las radiaciones ionizantes son peligrosas para su organismo?



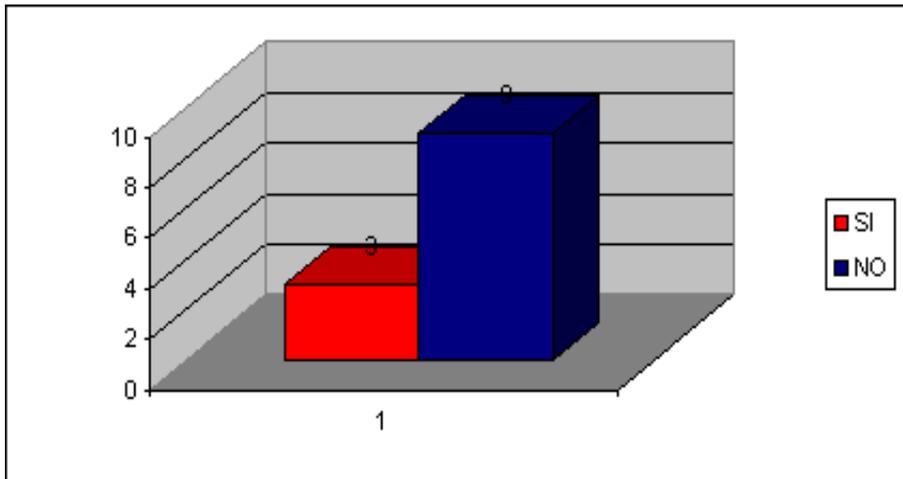
En el gráfico podemos observar que ante doce profesionales encuestados, ocho de ellos tienen conocimiento de que las radiaciones ionizantes son peligrosas para el organismo.

Pregunta cuatro: Cuando en terapia va a emitir radiación; ¿utiliza chaleco plomado?



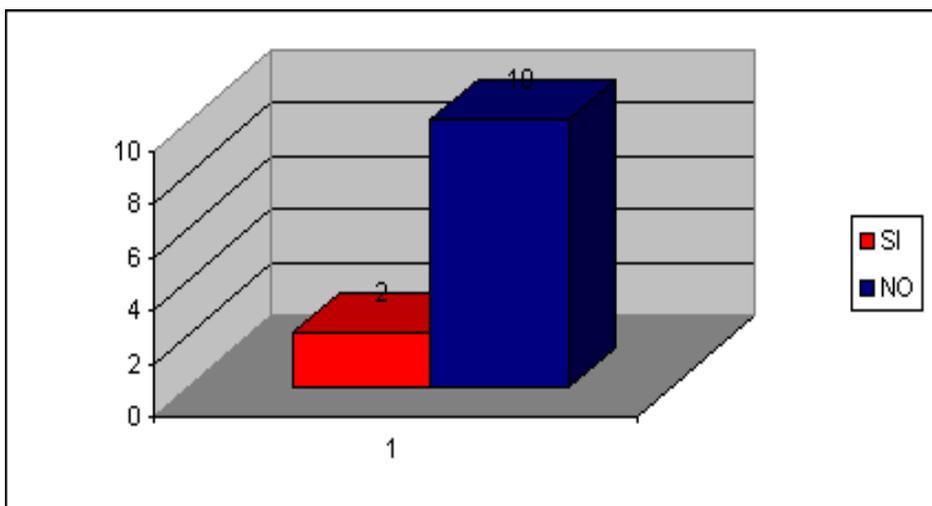
En el gráfico podemos observar que solamente un profesional (técnico radiólogo en este caso) utiliza el chaleco plomado en el momento que se produce el estudio.

Pregunta cinco: ¿Cuenta con algún dispositivo de dosimetría personal?



En el gráfico podemos observar que ante doce profesionales encuestados, sólo tres de ellos utilizan algún dispositivo de dosimetría personal y nueve no lo utilizan.

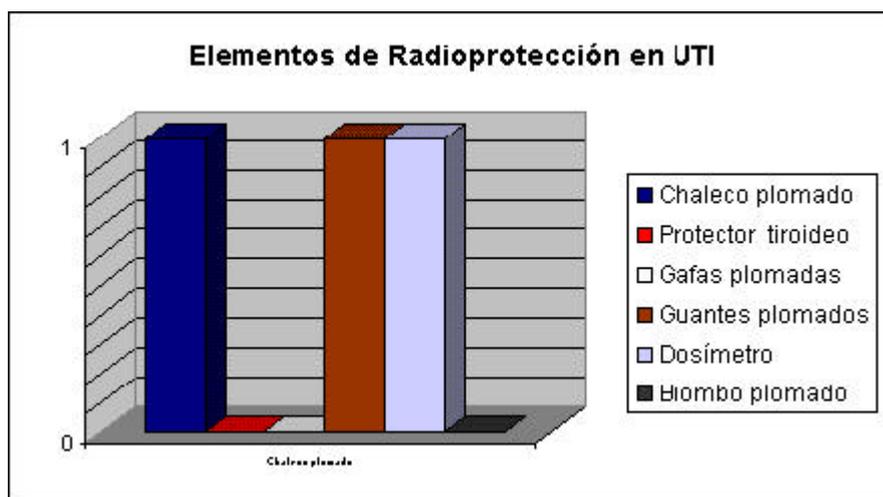
Pregunta seis: ¿Utiliza el dosímetro?



En el gráfico podemos observar que ante doce profesionales encuestados, sólo dos (técnicos radiólogos) utilizan el dosímetro personal.

Planilla de observación.

Elementos de radioprotección	SI	NO
Chaleco plomado	1	
Protector tiroideo		0
Gafas plomadas		0
Guantes plomados	1	
Dosímetro		
Biombo plomado		0



A través de la planilla de observación se utilizó un gráfico de barra para mostrar los datos del relevamiento obtenidos. Se puede observar que en el servicio de terapia intensiva solo cuentan con 3 de 6 de los elementos de radioprotección. Siendo estos chaleco, guantes plomados y dosímetro.



CONCLUSIÓN.

Las radiaciones ionizantes y en particular los rayos x, son capaces de producir daño orgánico. El tipo y la magnitud del daño dependen de la clase de radiación, de su energía, de la dosis absorbida, y del tiempo de exposición.

Luego de realizadas las encuestas a doce profesionales pertenecientes a la entidad, podemos concluir que existe un alto grado de conocimiento sobre el daño que producen las radiaciones ionizantes en el organismo.

Contrariamente al grado de conocimiento sobre los peligros existentes cuando se realizan los estudios, encontramos un bajo porcentaje de utilización del chaleco plomado y de los elementos de dosimetría que permiten disminuir los riesgos.

También encontramos que la UTI no cumple con las normas de seguridad y protección de la ARN. No posee protector tiroideo, gafas plomadas y biombo plomado. Dichos elementos si se encuentran en el servicio de radiología pero por peso o comodidad para el traslado a la UTI, no se utilizan.

En la ciudad de Rosario, el personal ocupacionalmente expuesto en la Unidad de Terapia Intensiva del Sanatorio MAPACI no utiliza correctamente los elementos de radioprotección, descartando la hipótesis planteada en el desarrollo de la investigación.



BIBLIOGRAFÍA.

- Gallego Díaz, departamento de ingeniería nuclear- escuela Técnica Superior de ingenieros industriales, Riesgos por exposición a radiación ionizantes. Pág. 12.
- Ortega Aramburu, J Jorba Bisbal. En: “Radiaciones Ionizantes: utilización y riesgo”. Vol. 1. Ediciones Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, 1994.
- Organismo Internacional de Energía Atómica, Optimización de la protección Radiológica en el control de la Exposición Oposición, colección de informes de seguridad n°21.
- ICPR. (1998). Comité internacional de Unidades y medidas, ICRU 60.
- Morales, Fabio. (2000). “Fundamentos de Física, protección radiológica y aseguramiento de la calidad”. Primera edición. Buenos Aires.
- Consejo de Seguridad Nuclear (CNS). Guía de seguridad 7.4 del C.S.N. rev-2. Bases para la vigencia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones Ionizantes. Madrid, 25/06/98.
- Normas relativas a la instalación y funcionamiento de equipos generadores de rayos X. (2000). Poder Ejecutivo Nacional – Ministerio de Salud. Imprenta Central Dr. Ramón Carillo. Buenos Aires.
- NTP 614: RADIACION: NORMAS DE PROTECCION.
- OIEA; colección de seguridad n° 115: Normas básicas internacionales de seguridad de las fuentes de radiación.
- Consejos de Seguridad Nuclear, España, CSN 1994: Radiaciones Ionizantes y no Ionizantes, ISBN 84-87275-57-5.
- Recomendaciones de 1990 del Comité Internacional de Protección Radiológica.
- José Acosta Mira, Sergio Cañete Hidalgo, Manual de Radioproteccion. Universidad de Málaga, España 2005.
- Stewart C. Bushong. “Manual de radiología para técnicos”. Editor: Elsevier España 2010.



Universidad Abierta Interamericana.
Sede regional Rosario.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.

- Gómez Federico. Parte I, Colegio Internacional de Médicos Nucleares AC.
“Aspectos biológicos y medios básicos sobre las radiaciones Ionizantes”.
Trabajo publicado en el boletín del Hospital Infantil de México. Año 2001.



ANEXOS.

Legislación vigente

Ley 17.557

El indudable progreso que, en el campo de la medicina, industria e investigaciones, significo el empleo de materiales radioactivos y rayos x, ha sido acompañado x la manifestación de un nuevo y grave riesgo sanitario: el de las radiaciones ionizantes.

Los efectos, irreversibles y acumulativos, de tales radiaciones, en los aspectos somáticos y genéticos, las hacen peligrosas para el individuo que a ella se expone y su descendencia. Por otra parte, el largo periodo que suele medir entre una exposición excesiva y la manifestación de los primeros síntomas de enfermedad es causa de que tal peligro no sea evidente.

Por lo tanto, es función ineludible del Estado alerta a la sociedad y asegura su protección contra los riesgos mediatos e inmediatos de las radiaciones ionizantes, a través de un adecuado control de sus fuentes generadoras.

El decreto 842/58 delego el control de los materiales radiactivos en la comisión nacional de Energía Atómica; en este decreto no se contempla el control de generadores de rayos x, no obtente ser las fuentes que en mayor grado contribuye a la exposición de la sociedad a las radiaciones ionizantes.se ha comprendido posteriormente la necesidad de cubrir este aspecto de la protección radiosanitaria por medio de una legislación adecuada. Ha surgido, así, la ley número 17.557/67, el decreto reglamentario n° 6.320/68 y la resolución ministerial n° 2.680/68, cuyos textos se transcriben a continuación.

Condiciones de seguridad:

Artículo 19°: La autoridad nacional de salud pública establecerá las condiciones de seguridad para la instalación y funcionamiento en todo el país de los equipos mencionados.

Las normas que a tal efecto se dicten deberán contemplar los siguientes aspectos básicos:



Dosis máxima permisible por año y/o fracción para las personas que resulten irradiadas como consecuencia de su ocupación habitual, según su sexo y edad, y para cualquier otra persona incidentalmente irradiada.

Dosimetría Personal:

Artículo 21°: Toda persona afectada al manejo y utilización de equipos destinados a la generación de rayos x, salvo en aquellas instalaciones en que la autoridad de Salud Nacional indique expresamente lo contrario, deberá utilizar un sistema de dosimetría personal aprobado por dicha autoridad a fin de determinar evaluar las dosis de radiación a la que se halla expuesta.

Artículo 22°: El responsable de cada instalación, de acuerdo a la definición dada en el artículo 33°, deberá informar a la autoridad de salud pública, en la oportunidad indicada en los artículos 4° y 10° del presente decreto, el detalle de las personas que deberán utilizar dosímetro personal de acuerdo a lo establecido en el artículo 21°. Toda modificación referente a estos datos que se produzca en lo sucesivo, deberá ser inmediatamente a que se refiere esta comunicación a la autoridad de Salud Publica.

Artículo 23°: El servicio de dosimetría personal a que se refiere este capítulo será prestado, de acuerdo a las normas que oportunamente dicte al efecto la autoridad nacional de Salud Pública, por la correspondiente autoridad de Salud Publica o por las entidades oficiales o privadas con quienes convengan esta prestación.

Artículo 24°: El servicio de dosimetría personal no será obligatorio en tanto no se encuentren habilitadas de acuerdo al presente decreto las instalaciones en que se desempeñe el personaje señalado en el artículo 21.

Artículo 25°: El responsable de la instalación asignara a cada persona comprendida en el artículo 21 un dosímetro cuya utilización dispondrá en forma que permita la individualización de las dosis a comunicar de acuerdo al artículo 26.

Artículo 26°: La correspondiente autoridad de Salud Publica informara en términos periódicos y regulares que no excedan el trimestre, al responsable de cada instalación, las dosis acumuladas por cada uno de los dosímetros asignados a su personal, de



acuerdo a la información proveniente del servicio de dosimetría a la que se refiere el artículo 23.

Artículo 27°: El responsable de la instalación llevara actualizado un registro, de acuerdo al molde que establecerá para todos el país la autoridad de Salud Pública, en el que se consignaran las dosis de radiación individual que se le comuniquen de acuerdo al artículo 26.

Dicho registro podrá ser consultado por el personal interesado, estará a disposición de la autoridad de la Salud Publica que solicite su controlador y deberá ser conservado durante 30 años en perfectas condiciones. en caso de cesar el funcionamiento de la instalación, el registro correspondiente será remitido a la correspondiente autoridad de Salud Publica para su archivo durante el tiempo que falte para completar el plazo indicado.

Artículo 28°: La no utilización a la utilización indebida de los dosímetros durante el horario de trabajo determinara la aplicación de sanciones por parte de la correspondiente autoridad de Salud Publica.

Artículo 29°: La autoridad de Salud Publica proveerá a cada persona directamente vinculada con tareas en las instalaciones a que se refiere este decreto, de una cartilla individual para el registro de las dosis de radiación recibidas.

Artículo 30°: Los responsables de cada instalación deberán exigir al personal de su dependencia la prestación de la cartilla mencionada en el articulo 29 y serán responsables de mantenerla actualizadas asentando los valores que para cada persona les sean comunicado de acuerdo al artículo 26 coincidentemente con los datos de registre según la disposición del artículo 27.

Artículo 31°: Dichas cartillas podrán ser exigidas para su controlador por la autoridad sanitaria.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD RADIOSANITARIA (Resolución N°2680/68).



Alcance: Las presentes normas deberán ser observadas en la instalación y uso de todo equipo generador de RAYOS X existente en el país.

Objeto: Asegura la protección radiosanitaria del personal afectado a la utilización de equipos generadores de RAYOS X y de los miembros de la población que incidentalmente pudieran resultar irradiados.

Disposiciones generales

3.1- No se afectara a tareas que impliquen exposición a RAYOS X a personas menores de 18 años.

3.2- No se afectara a tareas que impliquen exposición a RAYOS X a personas que no hayan sido debidamente prevenidas por sus superiores respecto de los posibles riesgos inherentes a dichas tareas e instruidas sobre los medios de protección a emplear.

3.3- No se admitirá la permanencia ni circulación de personas no imprescindibles a los fines de los estudios o tratamiento radiológicos, durante los periodos d irradiación con equipos generadores de RAYOS X, en los recintos en que se encuentran instalados, o dentro de los límites que al efecto determine la autoridad de Salud Publica en cada instalación.

3.4- El dueño de las instalaciones debe contemplar la utilización de los medios de protección más adecuados, a fin de impedir que tanto al personal como al público puedan recibir dosis superiores indicadas en 4.1 y 4.2.

3.5- En los estudios o tratamiento que se realicen en seres humanos deberá colimarse el haz de RAYOS X en la máxima medida compatible con el fin perseguido.

Asimismo, deberán emplearse elementos de protección para aquellas regiones del cuerpo cuya exposición no contribuya en nada a los fines del diagnostico o terapia, en particular gónadas y órganos hematopoyéticos.

3.6- Todo responsable del uso de una instalación deberá hacer llevar, para cada tuvo de RAYOS X, un registro de todas las placas radiográficas con el obtenidas o estudios radioscópicos o tratamientos realizados.



4- Dosis máxima permisible:

Se excluye de estas normas a las personas cuando, como paciente, deban por objetos de estudios o tratamientos radiológicos.

A los efectos de la evaluación de las dosis acumuladas individualmente, no se tomarán en consideración las dosis originadas por el fondo natural de radiación.

4.1- Dosis máxima permisible para aquellas personas que, en razón de sus tareas habituales, resulten expuestas a RAYOS X:

a) para irradiación uniforme de todo el cuerpo o en particular de gónadas y órganos hematopoyéticos: 5 rem/año.

b) para irradiación de extremidades: 75 rem/año

c) para irradiación localizada de cualquier otro sector del organismo: 15 rem/año

4.1.2- Sin perjuicio del cumplimiento del punto a) del párrafo 4.1.1 y con excepción de lo que establece en 4.1.3 podrá aceptarse que en un trimestre calendario el personal reciba una dosis de hasta 3 rem/año.

4.1.3- Para el personal femenino e edad de procreación la irradiación a q se refiere en el punto a) del párrafo 4.1.1 estará limitada a 1.25 rem por trimestre calendario. Toda mujer en estado de gravidez deberá notificarlo, mediante certificación médica, al responsable de la instalación donde realice sus tareas. A partir de este momento y hasta el parto, la dosis total en el feto no deberá ser superior a 1 rem.

4.2- Exposición incidental:

4.2.1- Las dosis máxima permisibles para los miembros de la población no directamente vinculados a tareas que impliquen exposición ocupacional y que, por razones de proximidad, pudieran incidentalmente resultar irradiados, es de 0,5 rem/año.

5- Exposición Superior a la Máxima Permisible Establecida

5.1- Toda vez que se comprobare que un miembro del personal ha recibido dosis superiores a las establecidas en 4.1, el responsable del uso de la instalación deberá



presentar a la autoridad de Salud Publica un informe que aclare, hasta donde sea posible, las circunstancias determinantes de tal hecho, de conformidad con el artículo 20 de la reglamentación de la ley 17.557.

5.2- Si la dosis debida fuese superior a 5 veces los límites anuales establecidos en 4.1.1, la autoridad de Salud Publica habrá de decidir si la persona que ha recibido dicha dosis podrá continuar afectada a tareas que impliquen exposición a radiaciones ionizantes.

6- Supervisión de la seguridad Radiosanitaria:

6.1- La autoridad de Salud Publica inspeccionara periódicamente las instalaciones de RAYOS X, previamente habilitadas, a fin de verificar:

a) Las condiciones de seguridad de las instalaciones por medio de la evaluación de los niveles de exposición en los lugares que pueden ser ocupados por el personal o el público; estos niveles deberán ser tales que aseguren el cumplimiento de lo establecido en 4.1 y 4.2.

b) La seguridad de los métodos de trabajo.

c) El empleo de los medios de protección adecuados.

6.2- La autoridad de Salud Publica exigirá, cuando corresponda, las modificaciones en las instalaciones o la adición de materiales blindados que la seguridad del personal o del público requiera.

7- Dosimetría:

7.1- Toda persona directamente afectada a tareas que impliquen exposición a RAYOS X, deberá solicitar a la autoridad nacional de Salud Publica una cartilla individual en la que se asentaran periódicamente las dosis de radiación medidas. Dicha cartilla constituirá un documento personal e intransferible que será exigido por el personal del uso de cada instalación al personal bajo su dependencia, según lo establecido en el artículo 30 de la reglamentación de la ley 17.557.

El poseedor de cartilla deberá tenerla en su poder en todo momento que se halle en el desempeño de sus tareas.



La solicitud de cartilla se confeccionara según el modelo que oportunamente determine la autoridad nacional de Salud Publica.

7.2- El responsable del uso de cada instalación deberá solicitar a la autoridad nacional de Salud Publica la prestación del servicio que posea cartilla. La correspondiente solicitud se confeccionara de acuerdo con el modelo que oportunamente determine la autoridad nacional de Salud Publica.

7.3- En cada establecimiento y a cada una de las personas para las que se hubiere solicitado el servicio de dosimetría, la autoridad de Salud Publica asignara un dosímetro. El mismo deberá ser utilizado permanentemente por el usuario, durante el desempeño de sus tareas en el correspondiente establecimiento, sin poder retirarlo del mismo.

7.4- Cuando el tipo de tarea así lo justifique, la autoridad nacional de Salud Publica podrá asignar a una persona más de un dosímetro para su uso simultaneo en una instalación.

7.5- Cuando una persona con dosímetro asignado cesara en sus tareas, el responsable del uso de la instalación deberá comunicarlo de inmediato a la autoridad nacional de Salud Pública y procederá a la devolución del respectivo dosímetro.

7.6- El responsable del uso de las instalaciones procederá a cambiar, en las fechas que le indiquen, el material sensible de los dosímetros asignado al personal por lo que, al afectado, le envíe la autoridad nacional de Salud Pública, reintegrando inmediatamente a dicho organismo el material sensible ya expuesto.

7.7- Evaluadas las dosis acumuladas por los dosímetros, la autoridad de Salud Publica comunicara los resultados de tales evaluaciones al responsables del uso de cada instalación.

7.8- El responsable del uso de la instalación asentara el valor de las dosis en las cartillas del personal y en registros que al efecto deberá llevar para cada integrante del personal del servicio; en el mismo ha de contar:

a) Apellido y Nombre



b) Numero de Cartilla

c) Periodo en los que se han evaluado las dosis y los correspondientes valores de las mismas.

El registro deberá ser conservado por el lapso indicado en el artículo 21 de la reglamentación de la ley 17.557.

7.9- Las evaluaciones que se hace referencia en 7.7 se efectuaran con la frecuencia para garantizar el cumplimiento de lo establecido en 4.1.

7.10- La autoridad nacional de Salud Publica fijara las tasas que correspondan por la prestación del servicio de dosimetría.

MODIFICACION DE LA RESOLUCION 2680 DE 31 DE OCTUBRE DE 1968

Resolución n° 273. Julio 7 de 1986.

4.1- Exposición Ocupacional:

4.1.1- Dosis máximas permisibles para aquellas personas que, en razón de sus tareas habituales, resulten expuestas a RAYOS X:

a) Para irradiación uniforme de todo el cuerpo o en particular de gónadas y órganos hematopoyéticos-. 50 milisievert/año (5 rem/año).

b) Para irradiación de extremidades: 750 milisievert/año (75 rem/año).

c) Para irradiación localizada de cualquier otro sector del organismo: 150 milisievert/año (15 rem/año).

4.1.2- Sin perjuicio del cumplimiento del punto a) del parrafo4.1.1 y con exposición de lo que se establece en 4.1.3 podrá aceptarse que en un trimestre calendario el personal reciba una dosis de hasta 30 milisievert (3 rem).

4.1.3- Para el personal femenino en edad de procreación la irradiación a que se refiere el punto a) del párrafo 4.1.1 estará limitada a 12,5 milisievert (1,25 rem) por trimestre calendario. Toda mujer en estado de gravidez deberá notificarlo, mediante notificación medica, al responsable de la instalación donde realice sus tareas. A partir de este



momento y hasta el parto, la dosis total en el feto no deberá ser superior a 2 milisievert (0,2 rem).

DISPOSICION (SR Y C) N° 30. FEBRERO 18 DE 1991.

4.1- Exposición Ocupacional:

4.1.1- Dosis máxima permisibles para aquellas personas que, en razón de sus tareas habituales, resultaran expuestas a RAYOS X,

a) para irradiación uniforme en todo el cuerpo o en particular gónadas y órganos hematopoyéticos: 100 milisievert/5 años (promedio 20 milisievert/año) y no mayor de 50 milisievert/año.

b) para irradiación de cristalino: 150 milisievert/año.

c) para irradiación de cualquier otro sector del organismo, en especial piel, manos y pies: 500milisievert/año.

4.1.2- Toda mujer en estado de gravidez deberá notificarlo, mediante certificación medica, al responsable de la instalación donde se realice sus tareas, a partir de ese momento y hasta el parto, la dosis total en la superficie del abdomen no deberá ser superior a 2milisievert, recomendándose especialmente evitar toda exposición entre la octava y decimoquinta semana del embarazo.

RESOLUCION N°631. ABRIL 24 DE 1990.

Normas referentes a la prestación de un servicio de Dosimetría Personal por película para el personal ocupacionalmente expuesto a RAYOS X.

El Servicio de Dosimetría personal por películas para personal ocupacionalmente expuesto a radiación X, podrá ser prestado según lo establecido en el art. 23 Decreto 6320/68- ley n° 17.557, por la misma autoridad de Salud Pública, personas públicas o privadas que cumplan las normas que dicte la autoridad de Salud.

Toda persona pública o privada que preste servicio de Dosimetría personal deberá registrarse como tal en el departamento de Radiofísica Sanitaria DNCA/SAS y ante la correspondiente autoridad de Radiofísica Sanitaria provincial.



La prestadora del servicio se comprometerá a informar al responsable de uso de cada instalación donde preste servicios, las dosis acumuladas por cada uno de los dosímetros asignados, en términos periódicos y regulares que no excedan un trimestre. Dentro de los mismos términos deberán enviar a la autoridad de Salud, un informe referente a cada dosímetro asignado.

En caso de producirse una sobre exposición que supere los límites máximos permisibles, la prestadora del servicio deberá comunicar de inmediato al responsable de uso de la instalación, a la Autoridad Nacional de Salud y a la Autoridad Provincial de Salud si así correspondiera, la dosis recibida por el usuario a fin de que se adopten las medidas pertinentes.

Cada usuario de dosimetría personal deberá poseer una cartilla individual donde se registren las dosis recibidas por este; dicha cartilla según el Art. 7.1 Resolución 2680/68, constituirá un documento personal e intransferible que podrá ser exigido por la Autoridad de Salud para su control.

La cartilla individual a la que hace referente el punto 5 será otorgar por la Autoridad Nacional de Salud, las Autoridad Provinciales de Salud, las entidades provinciales de Salud o las entidades privadas, está bajo de la supervisión de la Autoridad de Salud.

El responsable de uso de la instalación asentara en la cartilla individual de los usuarios a su cargo la dosis correspondiente al periodo debiendo coincidir esta con la que se halla en poder del prestador de dosimetría y la autoridad de salud.

Los prestadores de servicio de dosimetría personal deberán conservar los registros de las dosis absorbidas por los usuarios, así como las placas de control por término de 30 años.

Los registros de dosis recibida por los usuarios, las placas de control y calibraciones deberán estar a disposición de las Autoridades de Salud en todo momento.

Los prestadores del servicio participaran de los ejercicios de intercomunicación que fije la Autoridad de Salud.

La continuidad de un prestador de servicio de dosimetría personal en el registro correspondiente, podrá cesar temporal o permanentemente ante el incumplimiento de la



presente norma toda otra que dicte la Autoridad de Salud en lo referente a dosimetría personal.

En caso de incumplimiento de lo establecido en el punto 7 de la presente norma por parte del responsable de uso de una instalación donde se preste dosimetría personal por un servicio registrado, la Autoridad de Salud podrá sancionarlo con penas de suspensión o cancelación de la autorización individual del mismo.

En caso de que una persona registrada dejara de prestar servicios de dosimetría personal, deberá comunicarlo a la Autoridad de Salud competente, y entregar los archivos de dosis de película y dosis absorbidas para sean conservados por esta hasta el cumplimiento del periodo establecido en el punto 8 de la presente norma.