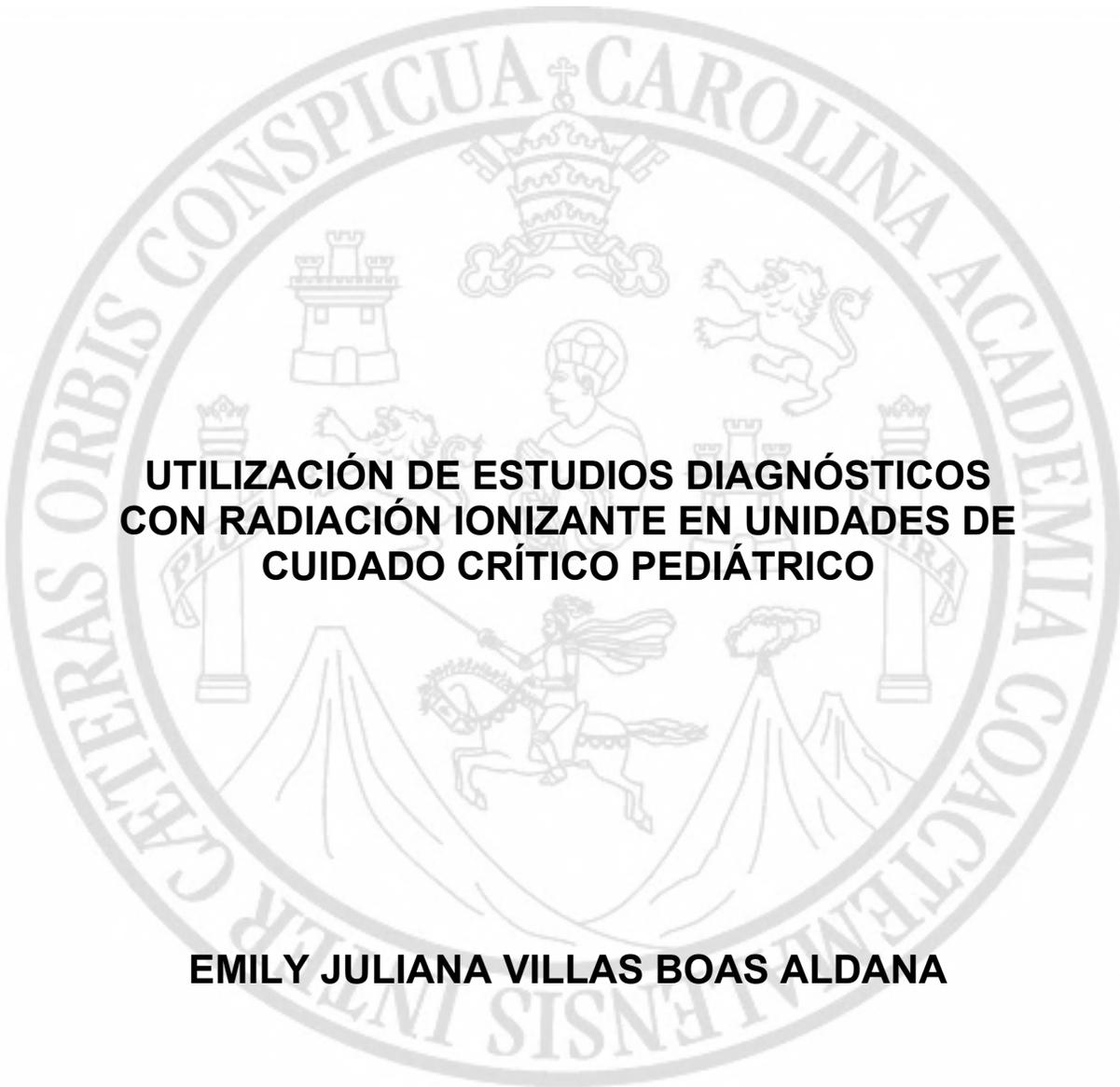


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**UTILIZACIÓN DE ESTUDIOS DIAGNÓSTICOS  
CON RADIACIÓN IONIZANTE EN UNIDADES DE  
CUIDADO CRÍTICO PEDIÁTRICO**

**EMILY JULIANA VILLAS BOAS ALDANA**

**Tesis**

**Presentada ante las autoridades de la  
Escuela de Estudios de Postgrado de la  
Facultad de Ciencias Médicas  
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría  
Para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría**

**Febrero 2022**



ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO

# Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

ME.OI.42.2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Emily Juliana Villas Boas Aldana

Registro Académico No.: 200880037

No. de CUI : 2220826580101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Pediatría**, el trabajo de TESIS **UTILIZACIÓN DE ESTUDIOS DIAGNÓSTICOS CON RADIACIÓN IONIZANTE EN UNIDADES DE CUIDADO CRÍTICO PEDIÁTRICO**

Que fue asesorado por: Dra. Sonia Marlene Pérez Barrientos, MSc

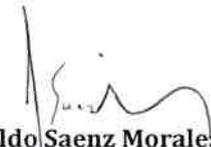
Y revisado por: Dra. Sonia Marlene Pérez Barrientos, MSc

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **Febrero 2022**

Guatemala, 30 de Agosto de 2021.

  
SEPTIEMBRE 2, 2021

Dr. Rigoberto Velásquez Paz, MSc.  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado

  
Dr. José Arnoldo Saenz Morales, MA.  
Coordinador General de  
Maestrías y Especialidades



/dlsr

Ciudad de Guatemala, 14 de octubre del 2020

Doctor

**DR. FABIO ARTURO RECINOS LÓPEZ, MSc**

Docente Responsable IGSS-EPP

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría

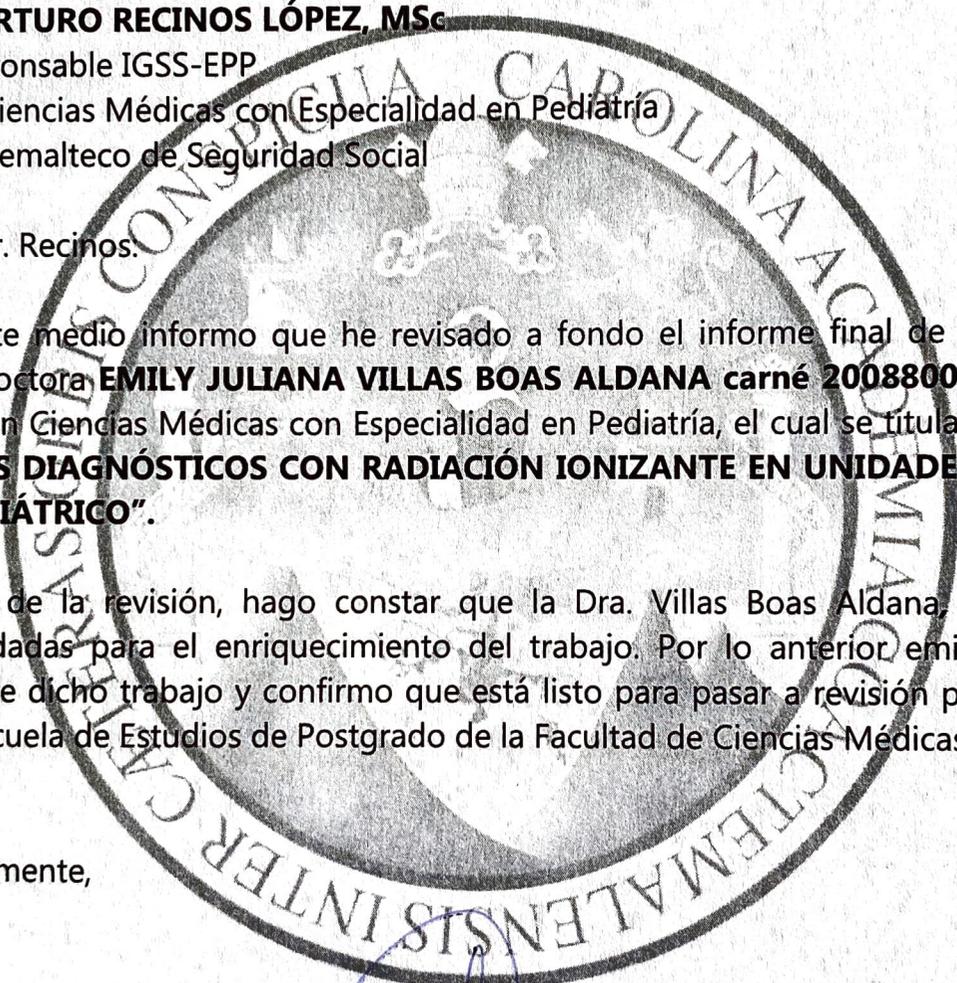
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Respetable Dr. Recinos.

Por este medio informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta la doctora **EMILY JULIANA VILLAS BOAS ALDANA** carné **200880037** de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría, el cual se titula "**UTILIZACIÓN DE ESTUDIOS DIAGNÓSTICOS CON RADIACIÓN IONIZANTE EN UNIDADES DE CUIDADO CRÍTICO PEDIÁTRICO**".

Luego de la revisión, hago constar que la Dra. Villas Boas Aldana, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión por la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



*Dra. Sonia Marlene Pérez B.*  
MAESTRÍA EN PEDIATRÍA  
COL 15,532

**DRA. SONIA MARLENE PÉREZ BARRIENTOS MSc**

Revisora de Tesis

Ciudad de Guatemala, 14 de octubre del 2020

Doctor

**DR. FABIO ARTURO RECINOS LÓPEZ, MSc**

Docente Responsable IGSS-EPP

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría

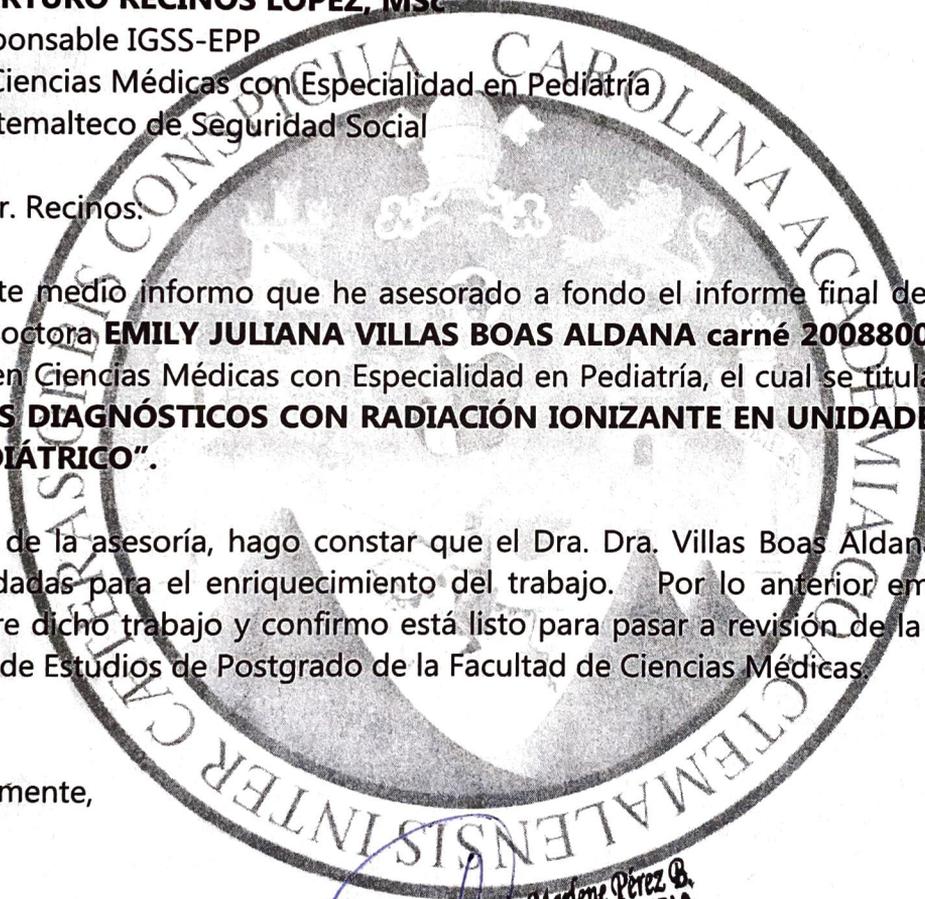
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Respetable Dr. Recinos:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **EMILY JULIANA VILLAS BOAS ALDANA** carné **200880037**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría, el cual se titula **"UTILIZACIÓN DE ESTUDIOS DIAGNÓSTICOS CON RADIACIÓN IONIZANTE EN UNIDADES DE CUIDADO CRÍTICO PEDIÁTRICO"**.

Luego de la asesoría, hago constar que el Dra. Dra. Villas Boas Aldana ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas

Atentamente,



*Dra. Sonia Marlene Pérez B.*  
MAESTRIA EN PEDIATRIA  
COL 15.532

**DRA. SONIA MARLENE PÉREZ BARRIENTOS MSc**

Asesora de Tesis



ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO

# Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

DICTAMEN.UIT.EEP.412-2020

30 de octubre de 2020

Doctor

**Fabio Arturo Recinos López, MSc.**

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Doctor Recinos López:

Para su conocimiento y efecto correspondiente le informo que se revisó el informe final de la médica residente:

*Emily Juliana Villas Boas Aldana*

De la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría, registro académico 200880037. Por lo cual se determina Autorizar solicitud de examen privado, con el tema de investigación:

*“Utilización de estudios diagnósticos con radiación ionizante  
en unidades de cuidado crítico pediátrico”*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.**  
Unidad de Investigación de Tesis  
Escuela de Estudios de Postgrado

c.c. Archivo  
LARC/karin

---

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: [uit.eep14@gmail.com](mailto:uit.eep14@gmail.com)

## ÍNDICE

RESUMEN .....	I
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	5
2.1 Definición .....	7
2.2 Medición de la radiación .....	8
2.3 Fuentes de radiación.....	9
2.4. Efectos de la de la exposición a la radiación .....	10
2.5 Relación dosis- efecto.....	10
2.6 Efectos de las radiaciones en los sistemas biológicos.....	11
2.7 Utilización de la energía ionizante en pediatría y la importancia de la racionalización .....	13
III. OBJETIVOS .....	22
3.1. Objetivo General .....	22
3.2. Objetivos específicos .....	22
IV. MATERIAL Y MÉTODO .....	23
4.1 Tipo y diseño de la investigación .....	23
4.2 Unidad de análisis:.....	23
4.3 Población y Muestra .....	23
4.4 Selección de los sujetos a estudio .....	24
4.5 Definición y conceptualización de variables.....	25
4.6 Técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados en la recolección de datos: .....	26
4.7 Plan de procesamiento y análisis de datos: .....	27
4.8 Alcances y límites de la investigación .....	28
4.9 Aspectos éticos de la investigación .....	28
V. RESULTADOS .....	30
VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS .....	34
6.2 Conclusión .....	38
6.3 Recomendaciones .....	39
6.4 Plan de acción y/o aportes.....	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	41
VIII.ANEXOS.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Edad y sexo de los pacientes con estudios de radiación ionizante .....	30
Tabla 2: Tiempo promedio de estancia de los pacientes en las unidades de cuidado crítico .....	30
Tabla 3: Número de estudios con radiación ionizante realizados a los pacientes .....	30
Tabla 4: Indicación específica de la solicitud de los estudios radiológicos.....	31
Tabla 5: Diagnóstico principal de los pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico .....	31
Tabla 6: Número de estudios radiológicos realizados a pacientes con y sin ventilación mecánica .....	32
Tabla 7: Comorbilidades asociadas en los pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico .....	32
Tabla 8: Tipo de estudio y sitio anatómico expuesto.....	33

## RESUMEN

**Introducción:** las imágenes diagnósticas constituyen una herramienta de valor en el apoyo diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las diferentes patologías en el paciente, sin embargo, su uso conlleva serios riesgos a mediano y largo plazo que exigen entender su utilidad e indicaciones específicas con el fin de reducir el daño secundario para el paciente. **Objetivo:** cuantificar el número de estudios diagnósticos con radiación ionizante que se realizan en pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico del Departamento de Pediatría del Hospital General de Enfermedades, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social durante el año 2019. **Metodología:** estudio descriptivo, transversal, en el cual se incluyó una muestra de 241 pacientes en quienes se documentó los estudios con radiación ionizante realizados, la indicación, cantidad y tipo de imagen tomada al paciente. **Resultados:** al 100% de los pacientes que ingresaron a las unidades de cuidado crítico le fueron practicados estudios con radiación ionizante, siendo la radiografía simple la utilizada con mayor frecuencia (98.1%). Al 69% de los pacientes se les ordenó radiografía simple para control de su enfermedad. Los diagnósticos principales fueron sepsis secundaria a neumonía y choque séptico con 49.8 % y 22.4% respectivamente. **Conclusiones:** la radiografía simple es el estudio diagnóstico utilizado con mayor frecuencia como herramienta fundamental para el diagnóstico y seguimiento de los pacientes de cuidado crítico, utilizando en promedio 10 estudios por paciente, lo que aun considerando los riesgos y beneficios se traduce en riesgos secundarios para el paciente.

**Palabras clave:** imágenes diagnósticas, radiación ionizante, unidad de cuidado crítico, pacientes pediátricos.

## I. INTRODUCCIÓN

Las imágenes diagnósticas son el conjunto de estudios que mediante la tecnología obtienen y procesan imágenes del cuerpo humano. Las herramientas para la adquisición y el análisis de las imágenes deben dominarse para poder ser entendidas <sup>1</sup>. La principal función de los estudios de imagen en medicina es proporcionar al médico la información necesaria para completar el diagnóstico de la enfermedad del paciente y así valorar su respuesta al tratamiento. El abanico de métodos de imagen en medicina es amplio, siendo los más utilizados los Rayos X, el Ultrasonido, la Tomografía Computarizada (TC) y la Resonancia Magnética (RM) <sup>1</sup>.

Las unidades de cuidado crítico son las áreas hospitalarias en las que se emplean los rayos X (RX) de manera habitual. En la mayoría de los casos se utilizan los RX para completar la exploración física y el diagnóstico clínico o con el objetivo de verificar la correcta colocación de catéteres en el paciente. La obtención de la RX se basa en la radiación ionizante que, además de sus evidentes beneficios, presenta una serie de efectos biológicos indeseados que hacen necesaria la toma de medidas de radio protección. Analizando la importancia de las imágenes médicas que utilizan radiación ionizante y su aumento continuo tanto en niños como en adultos es preocupante dada la alta posibilidad de sufrir cáncer a largo plazo, entre otras complicaciones, por lo que es necesario racionalizar su uso y evaluar el riesgo-beneficio para el paciente.

Entre los efectos biológicos de la radiación se deriva principalmente el daño al ADN. Se ha observado que los riesgos de radiación dependerán de la edad, género y otros factores, incluyendo la susceptibilidad genética, así como cuando la exposición es prolongada o frecuente. La diferencia de los efectos biológicos de la radiación ionizante entre adultos y niños recae en tres factores que son: la radiosensibilidad, la expectativa de vida y la exposición a la radiación. También se debe evitar la aplicación de la energía ionizante a órganos reproductores (gónadas) y somáticamente sensibles (tiroides, ojos y médula ósea).

La dosis de radiación puede ser reducida tanto en las áreas del cuerpo examinadas como en aquellas no examinadas. <sup>2</sup>

Debido a la creciente utilización de la radiación ionizante en el ámbito de la medicina se han realizado protocolos con la finalidad de utilizar esta herramienta de forma racional. Un ejemplo es Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging, más familiarmente conocido como Image Gently Alliance, creado en el 2007. El núcleo de la Alianza fue un grupo de consenso de organizaciones fundadoras de imágenes profesionales en radiología que incluía técnicos, médicos en medicina física y pediatras radiólogos, el objetivo de esta alianza fue mejorar la seguridad, efectividad y cuidado en la toma de imágenes realizadas a los niños en todo el mundo. La Comisión Nacional de Protección Radiológica (National Commission On Radiological Protection, NCRP) establece: “la dosis incurrida en los exámenes pediátricos de rayos X es de interés, ya que, en muchas circunstancias, una gran proporción del cuerpo del niño es incluida dentro del haz primario”. La revista American Image Gently en un artículo promueve la campaña para volver a la iniciativa básica: “Diez pasos para ayudar a la administración de la dosis de radiación en radiografía digital pediátrica”, describiendo que los lugares en donde más se observa sobreexposición de radiación ionizante son los servicios críticos de adultos y niños. <sup>3</sup>

El Dr. Zamora González realizó un estudio en Guatemala, durante los años 2001 y 2002 en la unidad de terapia intensiva de pediatría del Hospital San Juan de Dios, en el cual determinó la magnitud de la exposición en función de la frecuencia de proyecciones realizadas, así como el uso de medidas protectoras como la colimación y la protección gonadal. Además, determinó que los pacientes son sometidos diariamente a estudios radiológicos, la cantidad de la exposición varió en base al número de proyecciones y a los diagnósticos. El Dr. Zamora concluyó que en la unidad de terapia intensiva no se llevaron a cabo las medidas técnicas mínimas de protección radiológica para el paciente (colimación del haz de rayos X y la protección gonadal) y que en el departamento de rayos X no existe

evaluación de las radiografías fallidas, por lo que no es posible precisar la magnitud ni la causa de la repetición de los estudios <sup>2</sup>

El Dr. Tunchez Sarceño publicó un estudio realizado en el año 2013, en el cual estimó la dosis de radiación ionizante en pacientes del intensivo de adultos del Hospital Roosevelt, el cual evaluó a 97 pacientes, concluyendo que la dosis de radiación ionizante recibida por los pacientes durante su estancia en promedio fue de 2.64 mSv y el promedio por día de 0.29mSv/día. Además, el Dr. evidenció que la dosis promedio de radiación ionizante, recibida por los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos del Hospital Roosevelt, no sobrepasó el umbral de 250mSv, para que sobrepase la dosis umbral de 250 mSv es necesario que el paciente, esté ingresado durante más de dos años y que se le realice un estudio por imágenes que utilice radiación ionizante diariamente.<sup>4</sup>

Las Unidades de Cuidado Intensivo Pediátrico utilizan con frecuencia las imágenes con radiación ionizante para el seguimiento de sus pacientes y como apoyo diagnóstico, por lo que el presente estudio tuvo como objetivo medir la frecuencia de utilización de estudios diagnósticos con radiación ionizante en pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico. Para la toma de datos se utilizó una boleta de elaboración propia, con el fin de medir la frecuencia de utilización de los estudios, determinar los diagnósticos principales y secundarios de los pacientes al momento de la solicitud de los estudios, cuantificar el número de estudios con radiación ionizante, conocer el tiempo promedio de estancia del paciente en la unidad de cuidado crítico, y determinar su edad, sexo y diagnóstico de ingreso y tipo de estudio radiológico.

Fueron estudiados 241 pacientes menores de 7 años de edad ingresados en las áreas de Cuidado Crítico Pediátrico, elegidos al azar, de quienes se revisó su expediente clínico y radiológico en búsqueda de los datos personales solicitados en la boleta elaborada. En esta muestra se encontró como indicación más frecuente de realización de estudios el control o seguimiento de la enfermedad en el 69%, seguido del deterioro cardiorrespiratorio en el 18%.

La imagen más solicitada por los médicos fue la radiografía simple en 98.1%, y la tomografía en 1.6%, promediando 10.2 radiografías realizadas por paciente durante su estancia en cuidado crítico, lo cual demuestra que las radiografías continúan siendo las imágenes diagnósticas de mayor utilización en nuestro medio, debido a su accesibilidad, rapidez y molestias mínimas para el paciente durante la toma, sin embargo la frecuencia de su uso se traduce en exceso de exposición a radiación ionizante, de lo cual deben tener conciencia los médicos tratantes para racionalizar su uso y revisar las medidas de protección que actualmente se practican.

En nuestra Unidad hospitalaria no hay estudios previos que cuantifiquen el uso de imágenes con radiación ionizante en niños, por lo que con la presente investigación se brinda conocimiento sobre la frecuencia de su utilización, haciendo necesario estructurar protocolos que orienten hacia el uso racional de la radiación como ayuda diagnóstica y terapéutica para optimizar este recurso.

## II. ANTECEDENTES

### Antecedentes de radiología

En el transcurso de los años se ha visto un incremento acelerado de la utilización de los procedimientos radiológicos en el área de salud esto conlleva un avance en el diagnóstico, pero a la vez un riesgo inherente asociado por la mala utilización de la técnica, dosis y frecuencia. Por lo que se ha creado protocolos e instituciones con el fin de instaurar los principios básicos de la protección radiológica.<sup>5</sup>

Un ejemplo es Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging, más familiarmente conocido como Image Gently Alliance, fue creado en 2007. El núcleo de la Alianza fue un grupo de consenso de organizaciones fundadoras de imágenes profesionales en radiología técnicos, médicos en medicina física y pediatras radiólogos con el objetivo de mejorar la seguridad, efectividad y cuidado en la toma imágenes en los niños en todo el mundo.<sup>6</sup>

En un estudio realizado en el Departamento de Tomografía Computarizada del Servicio de Radiología e Imagen “Dr. Carlos Coqui” del Hospital General de México un equipo de trabajo presentó un informe inicial con los resultados de las tomografías de cráneo de 1,114 pacientes entre niños y en adultos, realizados con equipos de Tomografía Convencional y Helicoidal (TC XT 600 y TC Helicoidal Xpress de Toshiba Medical Systems). El trabajo presentó los riesgos por radiación en los pacientes pediátricos y la manera en que se pueden modificar los valores de exposición a la radiación de acuerdo con el programa de cuidado de dosis y cuyos resultados se informarán en un reporte futuro.<sup>7</sup>

La revista american Image Gently en un artículo campaña para volver a la iniciativa básica: “Diez pasos para ayudar a la administración de la dosis de radiación en Radiografía digital pediátrica”, describe que el sitio en donde más se observa sobreexposición de radiación ionizante son los servicios críticos en adultos y niños.<sup>8</sup>

Un estudio realizado en Guatemala por el Dr. Zamora Gonzales, en la unidad de terapia intensiva de pediatría del Hospital San Juan de Dios, durante el período comprendido entre mayo de 2001 y enero de 2002. Seleccionaron dos muestras, una de 254 y otra de 158 pacientes de la unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP). Se estudió la magnitud de la exposición en función de la frecuencia de proyecciones realizadas, así como el uso de medidas protectoras como colimación y protección gonadal. Se determinó que los pacientes de la unidad de terapia intensiva de pediatría son sometidos diariamente a estudios radiológicos, la cantidad de la exposición varía en base al número de proyecciones y a los diagnósticos. Determinaron que en la unidad de terapia intensiva de pediatría no se llevan a cabo las medidas técnicas mínimas de protección radiológica para el paciente, que son la colimación del haz de rayos X y la protección a gónadas y que el departamento de rayos X pediátrico no existe un área destinada a la evaluación de las radiografías fallidas, por lo que no es posible precisar la magnitud ni la causa de la repetición de los estudios <sup>2</sup>

En mayo de 2014 se publicó un estudio de la estimación de la dosis de radiación ionizante en pacientes del intensivo de adultos del 15 de enero al 15 de marzo del 2013 en Hospital Roosevelt, el cual evaluó a 97 pacientes, concluyendo que la dosis de radiación Ionizante, recibida por los pacientes durante su estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos del Hospital Roosevelt, en promedio fue de 2.64 mSv, y el promedio por día es de 0.29mSv/día <sup>4</sup>

Es importante mencionar que en Guatemala existe el Decreto Ley número 11-86 creado en 1998 en el cual se promulgó la ley para el control, uso y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes, con el objeto de controlar, supervisar y fiscalizar todas las actividades relacionadas con el uso de radioisótopos y de las radiaciones ionizantes en sus diversos campos de aplicación a fin de proteger la salud, los bienes y el ambiente, estableciendo así políticas para el desarrollo económico y social de la Nación.

Refiere que "Toda persona que desempeñe actividades en instalaciones radioactivas debe recibir una adecuada capacitación sobre las medidas de seguridad a observar en el desarrollo de dichas actividades." Este reglamento tiene por objeto establecer los requisitos técnicos, obligaciones y procedimientos administrativos asociados a la gestión de desechos radiactivos, en adelante "LA GESTIÓN" para proteger al hombre y su medio ambiente de riesgos asociados a las radiaciones ionizantes resultantes de dicha gestión. <sup>9</sup>

## **Radiación ionizante**

### **2.1 Definición**

La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad, y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante. Los elementos inestables que se desintegran y emiten radiación ionizante se denominan radionúclidos. Cada radionúclido se caracteriza por el tipo de radiación que emite, la energía de la radiación y su semivida. <sup>10</sup>

## **Radiación no ionizante**

La radiación no ionizante (RNI) engloba toda la radiación y los campos del espectro electromagnético que no tienen suficiente energía para ionizar la materia. Es decir, la RNI es incapaz de impartir suficiente energía a una molécula o un átomo para alterar su estructura quitándole uno o más electrones. La división entre la RNI y la radiación ionizante suele establecerse en una longitud de onda de 100 nanómetros aproximadamente. Al igual que cualquier forma de energía, la energía RNI tiene el potencial necesario para interactuar con los sistemas biológicos, y las consecuencias pueden ser irrelevantes, perjudiciales en diferentes grados o beneficiosas.

En el caso de la radiofrecuencia (RF) y la radiación de microondas, el principal mecanismo de interacción es el calentamiento, pero en la región de baja

frecuencia del espectro, los campos de alta intensidad pueden inducir corrientes en el cuerpo y por ello resultar peligrosos.<sup>10</sup>

## **2.2 Medición de la radiación**

Debido a que la radiación puede penetrar materiales y causar ionización dentro del material, es relativamente sencillo medirla, incluso a niveles muy bajos. También se puede recoger material radiactivo a través de un medio (aire, agua, suelo, hierba, alimentos, tejido, etc.) y la cantidad de radiactividad medida se puede expresar en forma de concentración.<sup>10</sup>

La medida de la dosis de radiación total recibida se expresa en unidades de Sievert (Sv) o en sus fracciones: un milisievert (mSv) es una milésima de Sievert; un microsievert ( $\mu\text{Sv}$ ) es una millonésima de Sievert. Las tasas de dosis de radiación de fuentes externas al cuerpo en microsieverts por hora ( $\mu\text{Sv/h}$ ) se pueden medir mediante detectores de radiación a través de una medida directa. La dosis recibida por una persona es la tasa de dosis multiplicada por el tiempo de exposición.<sup>11</sup>

La incorporación de material radiactivo en el cuerpo se expresa en términos de becquerels. Un becquerel (Bq) corresponde a una desintegración de un átomo radiactivo por segundo. La semivida es el tiempo necesario para que la actividad de un radionúclido disminuya por la desintegración a la mitad de su valor inicial. La semivida de un elemento radiactivo es el tiempo que tarda la mitad de sus átomos en desintegrarse, y puede variar desde una fracción de segundo a millones de años (por ejemplo, el yodo 131 tiene una semivida de 8 días mientras que el carbono 14 tiene una semivida de 5730 años).<sup>11</sup>

Esencialmente la actividad (o los Bq) no es suficiente información para poder predecir los posibles efectos que una fuente de radiación podría tener en nuestra salud. Una fuente de 100.000 millones de Bq puede ser totalmente inocua (si se encuentra blindada o lejos de nosotros) o puede causar un serio daño a nuestra

salud (si por accidente la ingiriéramos). De esta manera para conocer los posibles efectos de una exposición a radiación ionizante, se necesita por tanto otro concepto importante que nos indique el porcentaje de energía absorbida y nos permita cuantificar la probabilidad del daño biológico causado. <sup>11</sup>

El daño biológico producido por las radiaciones ionizantes está relacionado con la energía depositada por unidad de masa, que es la magnitud conocida como dosis absorbida. La energía en el Sistema Internacional se mide en julios (J) y la masa en Kilogramos (Kg), por tanto la dosis absorbida se medirá en J/Kg, unidad conocida con el nombre de Gray (Gy).<sup>12</sup>

La unidad de dosis absorbida -en el sistema internacional- es el Gray (Gy), equivalente a un Joule de energía por Kg de materia. Otra unidad usual es el rad (1Gy = 100 rad). <sup>11</sup>

### **2.3 Fuentes de radiación**

Las personas están expuestas a diario tanto a la radiación de origen natural o humano. La radiación natural proviene de muchas fuentes, como los más de 60 materiales radiactivos naturales presentes en el suelo, el agua y el aire. <sup>10</sup>

Por término medio, el 80% de la dosis anual de radiación de fondo que recibe una persona procede de fuentes de radiaciones naturales, terrestres y cósmicas. Los niveles de la radiación de fondo varían geográficamente debido a diferencias geológicas. En determinadas zonas la exposición puede ser más de 200 veces mayor que la media mundial. <sup>10</sup>

La exposición humana a la radiación proviene también de fuentes artificiales que van desde la generación de energía nuclear hasta el uso médico de la radiación para fines diagnósticos o terapéuticos. Hoy día, las fuentes artificiales más comunes de radiación ionizante son los dispositivos médicos, como los aparatos de rayos X.)<sup>10</sup>

**Figura 2.1 Contribución de las distintas fuentes de exposición (origen natural y artificial) a las dosis recibidas por la población.**



Fuente: Sociedad Nuclear Española

#### 2.4. Efectos de la de la exposición a la radiación

La radiación interacciona con los átomos de la materia viva, provocando en ellos principalmente el fenómeno de ionización, dando lugar a cambios importantes en células, tejidos, órganos y en el individuo 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 (energía depositada) y del tiempo de exposición.<sup>11</sup>

Dentro del marco de la protección radiológica, los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes (RI), en relación con la dosis recibida, son tradicionalmente clasificados como efectos estocásticos (dosis bajas) o determinísticos (dosis superiores a un umbral). Los eventos iniciales en los que se sostienen estos efectos son la mutación genética y la muerte celular, respectivamente.<sup>11</sup>

#### 2.5 Relación dosis- efecto

a) Efectos somáticos: involucran primariamente a las células diploides, se manifestará en el individuo que absorbe la dosis de radiación, pudiendo

clasificarse en dos tipos: efectos de relativa certeza (efectos determinísticos) y los que ocurren al azar o estocásticos (efectos no determinísticos).<sup>13</sup>

Los efectos determinísticos involucran altas dosis sobre porciones grandes del cuerpo. Éstos se caracterizan por tener un umbral de dosis por debajo de la cual no se observa ningún efecto, un corto período de latencia y una severidad que depende de la dosis. Los efectos determinísticos se pueden categorizar en efectos tempranos y tardíos, los efectos tempranos ocurren dentro del primer año de la exposición y están relacionados con el número de células muertas, la reparación del daño producido y la tasa de recambio de la línea celular irradiada. Algunos ejemplos incluyen el eritema, la caída del pelo, la neumonitis y la enfermedad de radiación. Los efectos tardíos ocurren luego del año de recibida la dosis, están relacionados con el daño inicial producido por la dosis y el deterioro debido a los mecanismos de reparación. Algunos ejemplos incluyen la queratosis, la fibrosis pulmonar y las cataratas.<sup>13</sup>

b) Efectos genéticos: Describen las alteraciones genotípicas hereditarias resultantes de mutaciones en los genes o cromosomas de células germinales, los efectos genéticos involucran primariamente las células germinales haploides.

Los efectos genéticos muestran una relación dosis-efecto similar a los efectos estocásticos en que la descripción de incidencia es sólo válida en grandes poblaciones de individuos expuestos. A nivel individual, el efecto es estocástico o incierto y sólo puede ser definido como el riesgo asociado a la dosis.<sup>13</sup>

## **2.6 Efectos de las radiaciones en los sistemas biológicos**

Un estudio realizado por la Universidad de California publicado por la revista JAMA prevé que el cáncer sólido sea el resultado de 300 a 390 escaneos de abdomen / pelvis, 330 a 480 escaneos de tórax y de 270 a 800 escaneos de columna, según la edad. El riesgo de leucemia era más alto de escáneres de cabeza para niños menores de 5 años con una tasa de 1.9 casos por 10,000 TC

escaneos. Lo que a nivel nacional para ellos representaba 4 millones de tomografías computarizadas pediátricas de cabeza, abdomen / pelvis, tórax o columna vertebral realizado cada año se podría prever que causaría una aproximado de 4870 futuros cánceres. <sup>14</sup>

La radiación ionizante puede tener efectos directos al cuerpo como afección a moléculas biológicas del cuerpo (ADN/ARN) que pueden producir cambios en sus estructuras que resultan ionizadas o excitadas, conduciéndose a procesos de radiolisis, y a la correspondiente alteración de las moléculas. Igualmente puede haber efectos indirectos que implica la absorción de la energía disipada en medios intracelulares, principalmente agua. <sup>11</sup>

El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación, de la sensibilidad de los diferentes órganos y de la frecuencia de exposición. <sup>11</sup>

La diferencia de los efectos biológicos de la radiación ionizante entre adultos y niños recae en tres factores que son: la radiosensibilidad, la expectativa de vida y la exposición a la radiación. Durante la infancia los órganos y tejidos se distribuyen en forma diferente a los adultos. La médula ósea, en los adultos está compuesta principalmente de grasa, en los niños tiene gran proporción de médula roja. Los tejidos están en proceso de proliferación celular con mayor número de mitosis, lo que los hace más susceptibles. <sup>15</sup>

Los tejidos más radiosensibles durante la niñez son el tiroideo, pulmonar, mamario y médula ósea. Los tumores malignos se desarrollan muchos años después de la exposición, por tener una mayor expectativa de vida.

En el caso de la TC la dosis recibida por un niño, aún con parámetros modificados es proporcionalmente mayor que la de un adulto, esto se debe al menor espesor de los órganos, hay una mayor proporción de órganos en relación con la masa total del individuo y los órganos están más cercanos entre ellos. <sup>15</sup>

La radiación ionizante también puede producir daños cerebrales en el feto tras la exposición prenatal aguda a dosis superiores a 100 mSv entre las 8 y las 15 semanas de gestación y a 200 mSv entre las semanas 16 y 25.<sup>11</sup>

Entre las alteraciones sistémicas, se afecta el sistema hematopoyético que pueden provocar una disminución proliferativa de las células, lo que se traduce al cabo de un corto período de tiempo en un descenso del número de células funcionales de la sangre, en sistema digestivo el intestino delgado es la parte más radiosensible, en piel después de aplicar dosis de radiación moderada o alta, se producen reacciones tales como inflamación, eritema y descamación seca o húmeda de la piel.<sup>11</sup>

## **2.7 Utilización de la energía ionizante en pediatría y la importancia de la racionalización**

En la edad pediátrica es muy importante reducir la radiación. Aquellas técnicas de diagnóstico por imagen que utilizan radiación ionizante deben ser restringidas al máximo en el niño. Cuando es necesario realizarlas, se deben utilizar protocolos especiales pediátricos para reducir la dosis, sin llegar a comprometer la capacidad diagnóstica del estudio.<sup>14</sup>

Durante su crecimiento, los niños son más sensibles a los efectos nocivos de la radiación. Su protección es más importante que la de los adultos, por varios motivos: son más radiosensibles, tienen más años para que se manifiesten los daños y transportan el material genético a las siguientes generaciones o sea la expectativa de vida.<sup>14</sup>

La UNSCEAR (Comité de las Naciones Unidas Sobre los Efectos de la Radiación Nuclear) dice que el 95% de la exposición a radiación artificial al ser humano, es de origen médico, porcentaje que está en aumento debido a que cada día hay mayor acceso a este tipo de herramientas, en el año 2000 se estimaron dos millones de equipos radiológicos, el cual aumentaría en los siguientes 5 años un

35%.<sup>16</sup> Así mismo la radiación de origen medico representa el 15% del total de la radiación recibida por un humano, siendo 11% en el diagnóstico y 4% en radioterapia.<sup>17</sup>

## **2.8 Clasificación de las técnicas de imagen**

Las técnicas de rayos X se han desarrollado, en forma de radiografía, fluoroscopia, tomografía, radiología intervencionista, y densitometría ósea, para poder tener un mejor diagnóstico, control y seguimiento de la patología.

Podemos dividir las técnicas de imagen en dos grandes grupos:

- Las que utilizan radiación ionizante: radiología simple, estudios fluoroscópicos y tomografía computarizada.
- Las que no utilizan radiación ionizante: ecografía y resonancia magnética.<sup>18</sup>

## **2.9 Medidas de protección**

### **2.9.1 El concepto «Alara»**

La comisión internacional de protección radiológica, creada en 1928, viene estableciendo, periódicamente, los límites de dosis para la población en general y el personal expuesto. Las sucesivas propuestas recomiendan una progresiva disminución de las dosis máximas permisibles. En 1965, esta comisión, introdujo el concepto Alara del inglés «*as low as reasonably achievable*» o «utilizar una dosis tan baja como, razonablemente, posible».

El límite de la dosis efectiva para el público en general es de 1mSv/año y el del personal profesionalmente expuesto de 100 mSv/año durante un período consecutivo de cinco años, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.<sup>19</sup>

La razón de esta política se inició con la información, ahora conocida, acerca de los efectos cancerígenos evolutivos secundarios de la bomba atómica en Japón

sobre la población civil, algunos de los cuales recibieron dosis de radiación en el rango de las generadas por estudios radiológicos diagnósticos rutinarios, especialmente incrementadas con el advenimiento de la tomografía computarizada.<sup>19</sup>

Un estudio radiológico útil es aquél cuyo resultado, positivo o negativo, contribuye a modificar la conducta diagnóstica o terapéutica. Dicho de otra forma, hay que reducir la exposición innecesaria. Muchas indicaciones no cumplen estos cometidos y exponen innecesariamente a los niños.<sup>20</sup>

Para reducir la radiación hay que ser consciente de las dosis efectivas de las distintas pruebas de imagen y su número de equivalentes en radiografías de tórax.<sup>20</sup>

Las pruebas deben estar justificadas, si es posible, debemos utilizar pruebas alternativas que no empleen radiación ionizante, trabajar con personal entrenado y con protocolos adecuados a pediatría. Centrar la exploración en el área de interés, lo que reduce la dosis absorbida en un 30-50%. Proteger el cuerpo y las zonas más radiosensibles con bandas plomadas.<sup>21</sup>

Utilizar material de sujeción para no tener que repetir las exploraciones por el movimiento del niño. Protección gonadal Para limitar los efectos genéticos se debe usar protección gonadal cuando testículos u ovarios se encuentran en el haz directo de rayos X o cerca de los límites de la región colimada (puede estimarse hasta los 5 cm del rayo central).<sup>22</sup>

En algunos casos en que los órganos críticos estén dentro del campo de radiación (mamas, cristalino, ovario y gónadas), en lugar de utilizar material de protección, la reducción de dosis en dichos órganos se puede obtener realizando proyecciones postero anterior en lugar de anteroposterior.<sup>23</sup>

**Tabla 2.1 Dosis efectivas de las distintas pruebas de imagen y su número de equivalentes en radiografías de tórax.**

Procedimiento diagnóstico	Dosis efectiva característica (mSv)	N.º equivalente Rx de tórax	Periodo equivalente aproximado de radiación natural de fondo
Extremidades y articulaciones (excluida la cadera)	< 0,01	<0,5	< 1,5 días
Tórax (PA)	0,02	1	3 días
Cráneo	0,07	3,5	11 días
Columna dorsal	0,7	35	4 meses
Cadera	0,3	15	7 semanas
Pelvis	0,7	35	4 meses
Abdomen	1	50	6 meses
Columna lumbar (AP)	1,3	65	7 meses
UIV	2,5	125	14 meses
Esofagoduodenal	2,6	130	15 meses
Tránsito intestinal	3,0	150	16 meses
Enema opaco	7,0	350	3,2 años
TC de cabeza	2,3	115	1 año
TC de tórax	8,0	400	3,6 años
TC de abdomen o pelvis	10,0	500	4,5 años
TC de abdomen y pelvis	14,0	700	5,8 años

AP: anteroposterior; mSv: dosis efectiva característica; PA: posteroanterior; Rx: radiografía; TC: tomografía computarizada; UIV: urografía intravenosa.

Fuente: Revista Chilena de Radiología 2013; 19(1): 05-11.

En noviembre de 2001, la Food and Drug Administration (FDA) emitió una nota de salud pública (reconociendo implícitamente que la radiación diagnóstica en pediatría es un problema de salud pública) dirigida a directores de hospital, profesionales del radiodiagnóstico y expertos en riesgos (risk managers) de todo el país, haciendo las siguientes recomendaciones: eliminar las peticiones inadecuadas como principal fuente de radiación innecesaria, modificar los parámetros técnicos de las exploraciones a la edad pediátrica de manera sistemática y limitar los estudios dinámicos o múltiples.<sup>5</sup>

## 2.10 Indicación para la realización de los estudios de imagen

### 2.11 Rayos X

**a) Tórax:** Evaluación de signos y síntomas, potencialmente relacionados con sistema respiratorio, cardiovascular, digestivo superior y musculo esquelético del tórax, seguimiento de enfermedad torácica conocida para evaluar mejoría, resolución o progresión de la enfermedad, monitorización de pacientes con respiración, evaluación radiográfica preoperatoria en presencia de síntomas respiratorios o cardíacos u otros que puedan influir en la anestesia.

**b) Abdomen:** Evaluación y seguimiento de distensión abdominal, evaluación de anomalías congénitas. Seguimiento del postoperatorio de pacientes (incluyendo detección de material post cirugía), evaluación y seguimiento de cálculos urinarios, neumoperitoneo, posible colon tóxico y cuerpos extraños, masa palpable.<sup>12</sup>

**c) Musculo esquelético:** Trauma, dolor e inestabilidad, estudio de escoliosis, sospecha de maltrato en lactantes y niños, enfermedades metabólicas, nutricionales y derivadas de enfermedad sistémica. Neoplasias primarias benignas y malignas, patológica ósea no tumoral, artropatías e infecciones, síndromes congénitos y anomalías del desarrollo. Evaluación de tejidos blandos (por ejemplo de sospecha de cuerpo extraño) evaluación de la edad ósea con parámetros establecidos.<sup>12</sup>

**d)cráneo:** pacientes con historia de cefalea crónica, enfermedades de senos paranasales, trastornos visuales con sospecha de presencia de cuerpo extraño, bajo y moderado riesgo de lesión encefálica secundario a traumatismo, traumatismo nasal, traumatismo orbitario, deformidades de la cabeza por posible hidrocefalia.

**2.12. Tomografía computarizada:** La utilización del TC en la edad pediátrica tiende a limitarse en lo posible ya que emplea radiaciones ionizantes (en dosis mucho más elevadas que las recibidas con la radiografía convencional), las cuales deben ser reducidas lo máximo posible, especialmente en este grupo de población, siendo por tanto preferible la realización de otras pruebas de imagen si la situación clínica lo permite. No obstante, de ser imprescindible su realización, esta prueba se realiza con protocolos específicos adaptados a la edad pediátrica (protocolos de baja dosis) con el objeto de reducir al máximo posible la dosis de radiación recibida por el paciente sin reducir la capacidad diagnóstica de la prueba.<sup>12</sup>

Indicaciones

**a) Tórax:** Pared torácica. Anomalías congénitas, trauma, masas, alteraciones vasculares extrapulmonares.

Anomalías congénitas (anillos vasculares, secuestro, etc.), anomalías adquiridas de los grandes vasos. (aneurismas, etc.). Enfermedad cardíaca, anomalías traqueobronquiales alteraciones mediastínicas, lesiones pulmonares, neumonía/Infecciones/afectación pleural. Enfermedad difusa pulmonar, trauma como, laceraciones y contusiones pulmonares.<sup>12</sup>

**b) Abdomen y pelvis y pared abdominal**

Trauma. Vísceras huecas, Órganos sólidos

Anomalías congénitas. (Duplicaciones, tracto anorectal, pared abdominal, etc.)

Tumores/masas intra y extraperitoneales

Lesiones inflamatorias y sus complicaciones (pancreatitis aguda, pielonefritis, etc.)<sup>12</sup>

**c) Musculoesquelético/ Extremidades:** Trauma, tumores óseos. (Especialmente cuando la RM está contraindicada o no disponible y deformidades óseas. <sup>12</sup>

## **2.13 Fluoroscopia**

El sistema de diagnóstico fluoroscópico de rayos X, incluye una variedad de diseños para generar y controlar rayos X; detectar y convertir patrones de rayos X absorbidos o aminorados al pasar a través del cuerpo en imágenes visibles en tiempo real. Es usado en varias aplicaciones de imagenología, procedimientos quirúrgicos o de intervención que requieren visualización de rayos X en tiempo real. Incluye diseños ya sea con una pantalla fluorescente visible al operador o con un receptor de imagen enviada a un monitor usado para despliegue/grabado de imagen en tiempo real y cubre tanto imagen intensificada como sistemas de fluoroscopia intensificados sin imagen. <sup>24</sup>

Procedimientos característicos de la Fluoroscopia : En los procedimientos de rayos X con bario como medio de contraste, la fluoroscopia utilizada sola permite al médico ver el movimiento de los intestinos a medida que el bario los recorre, en el cateterismo cardíaco, la fluoroscopia se utiliza para permitir que el médico vea el flujo de sangre que circula a través de las arterias coronarias y evalúe la presencia de obstrucciones arteriales, en la inserción de catéteres intravenosos, la fluoroscopia ayuda al a guiar el catéter hacia una zona específica dentro del cuerpo. <sup>25</sup>

**2.14) Las imágenes que no utilizan radiación ionizante:** ecografía y resonancia magnética

### **2.14.1) Ecografía |**

Es una técnica de diagnóstico basada en la emisión de ultrasonidos. Los ultrasonidos son generados por un transductor y se transmiten por el tejido a estudiar. A medida que avanzan, son reflejados en forma de ecos, los cuales son recibidos de nuevo por el transductor. <sup>25</sup>

Entre las ventajas de la ecografía encontramos:

No utiliza radiación ionizante, algo de especial importancia en la población infantil. Tiene muy buena resolución anatómica debido a las características antropométricas de los niños, que por lo general presentan menos grasa en el tejido celular subcutáneo que el adulto. Información en tiempo real, lo que permite realizar procedimientos intervencionistas como biopsias guiadas por ecografía.

El ecógrafo es un aparato portátil, por lo que se puede realizar la prueba en la cama del enfermo, incluso en unidades de cuidados intensivos. La prueba no requiere anestesia.<sup>25</sup>

Sus principales limitaciones son:

Es una prueba dependiente del operador, que tiene una larga curva de aprendizaje, por lo que la deben realizar personas expertas como el radiólogo. El principal riesgo es dar un diagnóstico equivocado. El gas, el alto índice de masa corporal y el hueso no transmiten bien el ultrasonido, por lo que dificultan la exploración.<sup>25</sup>

### **2.14.2) Resonancia magnética**

La resonancia magnética es una técnica de imagen basada en las propiedades magnéticas de los átomos que componen los tejidos del cuerpo humano. Para obtener las imágenes se introduce al paciente en un gran imán, donde los núcleos de hidrógeno, al ser excitados por ondas de radiofrecuencia, emiten energía que es recogida en forma de señal. Hoy en día forma parte de las exploraciones habituales en el campo de la neuroimagen, cardiovascular, hígado, sistema gastrointestinal, sistema musculoesquelético y oncología.

El gran éxito de la RM es debido a sus ventajas, que la hacen superior a otras técnicas de imagen en la resolución de los tejidos. Entre ellas encontramos:

No utiliza radiaciones ionizantes, las imágenes son adquiridas en los tres planos. Obtiene una gran resolución de contraste entre los distintos tejidos, superior al resto de técnicas de imagen.

Se pueden realizar estudios vasculares sin administrar contraste intravenoso. Gracias a los avances y las técnicas especiales, como la difusión, espectroscopia y perfusión, permiten una mejor caracterización de los tejidos con información sobre los metabolitos. Los estudios funcionales permiten detectar las áreas que se activan en el cerebro en distintos estímulos.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

3.1.1 Cuantificar el número de estudios diagnósticos con radiación ionizante realizados en los pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico del Departamento de Pediatría del Hospital General de Enfermedades.

#### **3.2. Objetivos específicos**

3.2.1 Conocer la indicación específica de la solicitud de los estudios diagnósticos.

3.2.2 Determinar la edad, sexo y diagnóstico de los pacientes estudiados.

3.2.3 Identificar el tipo de estudio radiológico realizado y el sitio anatómico expuesto.

3.2.4 Conocer el tiempo promedio de estancia del paciente en la unidad de cuidado crítico.

3.2.5 Cuantificar los pacientes con y sin ventilación mecánica con utilización de estudios radiológicos.

## IV. MATERIAL Y MÉTODO

### 4.1 Tipo y diseño de la investigación

Estudio descriptivo transversal

### 4.2 Unidad de análisis:

**4.2.1. Unidad primaria de análisis:** Pacientes hospitalizados en las unidades de cuidado crítico entre 0 y 7 años del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad.

**4.2.2. Unidad de análisis:** número y tipo de estudios diagnósticos con radiación ionizante realizado a los pacientes.

**4.2.3. Unidad de información:** expedientes clínicos y registro radiológico del servicio de los pacientes.

### 4.3 Población y Muestra

#### 4.3.1 Población o universo:

Pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico pediátrico del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. La población ingresada en cuidado crítico el año 2018 fue de 644 pacientes.

#### 4.3.2 Marco muestral:

Libro de ingresos y egresos de las unidades de cuidado intensivo e intermedio.

**4.3.3. Muestra:** La muestra se calculó con la fórmula para poblaciones finitas tomando como población total 644 pacientes con un nivel de confianza de 95%, un margen de error del 5% con lo cual se obtuvo una muestra de 241 pacientes.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

**4.3.4. Método y técnica de muestreo:** probabilístico, al azar.

#### **4.4 Selección de los sujetos a estudio**

##### **4.4.1 Criterios de Inclusión**

- Pacientes ingresados a áreas de Cuidado Crítico Pediátrico, procedentes de emergencia y encamamiento entre el periodo de enero de 2018 a enero de 2020
- Pacientes de sexo femenino y masculino.
- Pacientes de 0 a 7 años.
- Pacientes que cuenten con el número de registros radiológicos.
- Paciente a quienes se les realizó estudios con radiación ionizante durante su primer mes de estancia en área de cuidado crítico.

##### **4.4.2 Criterios de Exclusión**

- Pacientes en ventilación de alta frecuencia.
- Pacientes con expedientes clínicos ilegibles o incompletos.
- Pacientes cuyo registro radiológico no esté completo o que no se pudo localizar.

#### 4.5 Definición y conceptualización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición
Diagnóstico Clínico	Conjunto de signos y síntomas que presenta el paciente y lo caracteriza dentro de una patología específica	Diagnósticos principales que presentan los pacientes estudiados	Cualitativa	Nominal
Tipo de estudio diagnóstico	Clasificación del estudio según el área de interés. Radiografía, tomografía y fluoroscopia.	Estudios con energía ionizante de cabeza, tórax, abdomen o otra parte del cuerpo. Como rayos x, TAC, Angiotac, fluoroscopia	Cualitativa	Nominal
Días de estancia en unidad de cuidado crítico	Es la suma de los días de hospitalización (número de días comprendidos entre la fecha de admisión y la fecha de egreso) de los pacientes en el área crítica.	Medición en días del tiempo de hospitalización del paciente	Cuantitativa	Razón
Sitio anatómico expuesto	Región anatómica	Dato obtenido de hoja de estudio de paciente, como cabeza, tórax, abdomen, extremidades, cuello y etc. .	Cualitativo	Razón
Servicio de hospitalización	Se refiere al área crítica al cual se ingresa paciente para tratamiento	Servicio en el que el paciente el paciente se hospitalizó (UCIN/UCIP)	Cualitativa	Nominal
Edad	Tiempo que el paciente ha vivido desde su nacimiento.	Dato de la edad en meses anotado en el registro clínico.	Cuantitativa Discreta	Razón
Sexo	Característica biológica que determina el género de cada paciente.	Dato del sexo anotado en el registro clínico	Cualitativa	Nominal
Indicación de realización de estudio de imagen	Diagnostico o signo que presenta y para lo cual es necesario la realización del estudio de imagen	Diagnóstico o causa de la realización del estudio obtenido de las ordenes	Cualitativa	Nominal

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Escala de Medición</b>
Cantidad de estudios diagnósticos	Número de veces en las que el paciente es expuesto a radiación	Cantidad de estudios de imagen realizado, recolectado de expedientes	Cuantitativa	Razón
Ventilación mecánica	Paciente el cual necesita aporte ventilatorio invasivo	Dato recolectado de los expedientes (si o no bajo ventilación)	Cualitativa	Nominal

#### **4.6 Técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados en la recolección de datos:**

##### **4.6.1 Técnicas:**

Para la toma de datos se utilizó la boleta de recolección de elaboración propia, con el fin de medir la frecuencia con que se realizaron los estudios diagnósticos con radiación ionizante en pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico del Departamento de Pediatría, de igual manera se determinó los diagnósticos principales y secundarios de la solicitud de los estudios radiológicos, se cuantificó el número de estudios con radiación ionizante, se conoció el tiempo promedio de estancia del paciente en la unidad de cuidado crítico, se determinó la edad, sexo y diagnóstico de los pacientes ingresados, se identificó el tipo de estudio radiológico realizado y el sitio anatómico expuesto, finalmente se cuantificó la utilización de estudios radiológicos entre los paciente con y sin ventilación mecánica.

##### **4.6.2. Procedimientos:**

Se diseñó la boleta de recolección de datos con base a los objetivos que se deseaban realizar, la cual posteriormente fue validada con la realización de una prueba piloto en las áreas de cuidado crítico de Pediatría, haciendo las modificaciones correspondientes hasta obtener el instrumento final.

Se continuó con la realización del trabajo de campo en las unidades críticas de intensivo e intermedios, recolectando los datos de interés a partir de los expedientes clínicos y los registros radiológicos de los pacientes.

Los datos obtenidos se ordenaron y se clasificaron en Microsoft Excel para el procesamiento y análisis respectivo.

#### **4.6.3 Instrumentos**

En el instrumento se registra el número de afiliación, el número de boleta y fecha en la cual se recolectó la información Ver “anexo 8.1”.

El instrumento se estructuró con dos secciones:

- Sección I: en la parte superior de la hoja, se describe los incisos del al 1-8 los datos generales de los pacientes como la edad, el sexo, servicio de ingreso, número de rayos, tiempo de estancia hospitalaria, diagnósticos y estado ventilatorio en que se encuentra.
- Sección II: esta consta de tablas donde se selecciona con una “x” la indicación de la realización específica del estudio de imagen, región anatómica expuesta, tipo y cantidad de proyecciones realizadas.

#### **4.7 Plan de procesamiento y análisis de datos:**

##### **4.7.1 Plan de procesamiento:**

##### **4.7.2 Plan de análisis**

Tras obtener los datos de los expedientes clínicos, se procedió a tabular los mismos en una hoja electrónica del programa “Microsoft Excel 2010”, mediante el cual se elaboró una base de datos con la información relacionada a las variables bajo estudio. Se utilizó estadística descriptiva, con frecuencias y porcentajes para las variables cuantitativas y medidas de tendencia central para las cuantitativas.

## **4.8 Alcances y límites de la investigación**

### **4.8.1 Alcances**

El estudio y recolección de datos fue realizado personalmente por la investigadora, por lo que los datos obtenidos son fiables y verificables.

Tuvo como objetivo cuantificar la utilización de estudios diagnósticos que utilizan energía ionizante en los pacientes ingresados a las Unidades de Cuidados Crítico por medio del conteo de la cantidad de estudios realizados en el tiempo de estudio especificado, los resultados de esta investigación podrán proyectarse hacia el mejoramiento de la calidad de atención al paciente de la unidad de Cuidado intensivo pediátrico, mediante la implementación de medidas protectoras básicas, y la estructuración de protocolos que orienten hacia el uso racional de la radiación como ayuda diagnóstica y terapéutica

### *6.8.2 Limites*

La falta de información en expediente de la toma de estudios con radiación ionizante realizadas y la falta del número de registro radiológico.

## **4.9 Aspectos éticos de la investigación**

Para este estudio no se realizó un consentimiento informado, ya que la información utilizada para responder los objetivos no es necesario tener contacto con el paciente, para efectos del estudio su identidad no será expuesta, ya que solo se utilizó libros, expedientes y archivos.

Para efectos de esta investigación, se resguardó el uso y manejo de los datos, son exclusivamente para la realización de la investigación y cumplimiento de los objetivos de esta, los resultados fueron presentados a las autoridades competentes.

El presente trabajo de investigación se considera sin riesgo, Categoría I; ya que no se realizó ninguna intervención o modificación directa con las personas involucradas en la misma. La información generada se manejó de manera

confidencial y con profesionalismo. No cuenta con efectos adversos para el paciente.

## V. RESULTADOS

Tabla 1: Edad y sexo de los pacientes con estudios de radiación ionizante

Edad	Femenino		Masculino		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
< 1 año	68	29.4	85	36.8	153	63.2
1-2 años	12	5.2	33	14.3	45	18.2
3-4 años	7	3	13	5.6	20	8.7
5-6 años	3	1.3	5	2.2	8	3.5
7 años	5	2.2	10	4.3	15	6.5
<b>Total</b>	95	41	146	59	241	100

Tabla 2: Tiempo promedio de estancia de los pacientes en las unidades de cuidado crítico

Tiempo	Frecuencia	Porcentaje
1 -7 días	36	15
8-14 días	52	22
15- 28 días	74	30
Mas de 28 días	79	33
<b>Total</b>	241	100

Tabla 3: Número de estudios con radiación ionizante realizados a los pacientes

Tipo de estudio	Frecuencia	Porcentaje
Radiografías	2428	98.1
Fluoroscopias	7	0.3
Tomografías	39	1.6
<b>Total</b>	2474	100

Tabla 4: Indicación específica de la solicitud de los estudios radiológicos

<b>Indicación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Control	1681	69
Deterioro cardiorrespiratorio	446	18
Control post procedimiento	277	11
Diagnóstica	14	1
Trauma craneoencefálico	6	0.2
Deterioro neurológico	4	0.1
<b>Total</b>	<b>2428</b>	<b>100</b>

Tabla 5: Diagnóstico principal de los pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico

<b>Diagnósticos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sepsis	145	60.2
Choque séptico	54	22.4
Cardiopatía congénita acianógena	12	5
Displasia broncopulmonar	9	3.7
Trauma craneoencefálico	7	2.9
Otros	14	5
<b>Total</b>	<b>241</b>	<b>100</b>

Tabla 6: Número de pacientes con y sin ventilación mecánica a los cuales se les realizó estudios de imagen con radiación ionizante

<b>Pacientes</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Con ventilación	138	57
Sin ventilación	103	43
<b>Total</b>	<b>241</b>	<b>100</b>

Tabla 7: Comorbilidades asociadas en los pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico

<b>Diagnósticos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Cardiopatía congénita acianógena	74	30.7
Displasia broncopulmonar	34	14.1
Síndrome de Down	20	8.3
Parálisis cerebral infantil	17	7.1
Retraso global del desarrollo	17	7.1
Desnutrición proteico-calórica	13	5.4
Epilepsia	10	4.1
Derrame pleural	10	4.1
Infección del tracto urinario	10	4.1
Hidrocefalia	8	3.3
Endocarditis	7	2.9
Otros	21	8.7
<b>TOTAL</b>	<b>241</b>	<b>100</b>

Tabla 8: Tipo de estudio y sitio anatómico expuesto

Sitio anatómico	Tipo de estudio						Total	
	Radiografías		Tomografías		Fluoroscopia			
	f	%	f	%	f	%	f	%
Tórax	2302	93.5	5	0.20	1	0.04	2308	93.3
Abdomen	107	4.32	4	0.16	6	0.24	117	4.7
Cráneo	7	0.28	30	1.21	0	0	37	1.5
Extremidades	6	0.24	0	0	0	0	6	0.2
Otro	6	0.24	0	0	0	0	6	0.2
<b>Total</b>	2428	98.14	39	1.58	7	0.28	2474	100

## VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El objetivo principal de este estudio fue medir la frecuencia de la realización de estudios diagnósticos con radiación ionizante en pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico del Departamento de Pediatría del Hospital General de Enfermedades, ya que dichos estudios son una fuente valiosa de información, evaluación y apoyo diagnóstico para el manejo del paciente pero también implican riesgos a mediano y largo plazo dentro de los cuales sobresale el riesgo de padecer cáncer secundario a la radiación ionizante que los estudios emiten. El diagnóstico por Imágenes es una de las ramas de la Medicina Moderna, es muy utilizada en el diagnóstico y seguimiento de las diferentes patologías de los pacientes y debe procurarse que estas sean con la mayor sensibilidad y seguridad para la aplicación a los pacientes.

Del total de 241 pacientes estudiados en los servicios de cuidado crítico se determinó que al 100% se les realizó estudios de imagen, la cual en el 98.1% correspondió a radiografía simple, cuya indicación más frecuente fue para seguimiento y control de la enfermedad (69%) y la segunda indicación fue el deterioro cardiorrespiratorio (18%) decisiones que quedan a cargo del criterio del médico tratante.

El aumento del número de exploraciones en radiodiagnóstico y la aparición de nuevas técnicas diagnósticas basadas en la utilización de los rayos x repercuten en un incremento de las dosis anuales de exposición a radiación, situación que ha inducido a las autoridades sanitarias de gran número de naciones y a organismos internacionales a analizar la indicación de las exploraciones, los procedimientos de trabajo con los que se efectúan y las dosis de radiación asociadas; dado el hecho de que se ha comprobado que la radiación ionizante es la causante de múltiples daños a nivel celular y que estos luego se traducen a patologías más graves por lo que la radiación siempre ha sido objeto de controversia por el balance entre sus riesgos y beneficios.<sup>2</sup>

Lo anterior ya ha sido propuesto por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) desde 1997, estableciendo que, al sobrepasar el umbral de 250 mSv, existe el riesgo de sufrir daños estocásticos.<sup>26</sup>

Se observó que el número de estudios diagnósticos con radiación ionizante realizados a los pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico fueron 2474, el 98.1 % fue de radiografías simples y el 1.6% de tomografías. La accesibilidad a la radiografía simple en el área de cuidado crítico por la disponibilidad de equipo portátil hace que sea un estudio frecuente y fácil realización de resultados. En promedio a cada paciente, se le realizaron 10 estudios con radiación ionizante durante su estancia en cuidado crítico. Es importante mencionar que la dosis efectiva en mSv por radiografía de tórax es de 0,02 mSv equivalente a 3 días de radiación natural de fondo y para la población general la dosis no debe superar 1,0 mSv al año, ni un promedio de 20 mSv anuales durante toda su vida.

Según un estudio de la Asociación Española de Pediatría refiere que los rayos X de uso médico son una fuente artificial de radiación ionizante que emite fotones con capacidad de ionizar la materia, atravesarla y producir efectos biológicos, además explica que la radiación de dosis baja en la esfera diagnóstica impone dos riesgos a largo plazo en enfermos pediátricos: carcinogénesis (leucemia, carcinoma tiroideo y de mama) y daños genéticos a los descendientes, por lo que debe tenerse en consideración para su uso adecuado en favor de evitar exponer a los niños a este riesgo.<sup>27</sup>

Se evidenció que tanto los pacientes bajo ventilación mecánica a quienes se les realizó radiografías de control diario, así como a los pacientes crónicos, pero sin ventilación mecánica cada 48 horas según indicación médica lo cual podría reflejar que existe la tendencia a realizar sistemáticamente radiografías sin una verdadera justificación. El tiempo promedio de estancia de los pacientes ingresados fue mayor de 28 días en el 33% de los pacientes, el otro 30% permaneció en el servicio entre 15 a 28 días. El tiempo de estancia prolongada de los pacientes

está relacionado con el tipo de diagnóstico que presentan al ingreso el cual en el presente estudio fue sepsis en el 60.2% de los casos y en segundo lugar choque séptico con 22.4%, patologías que ameritan tratamientos complejos y prolongados los que asociados a las comorbilidades que presentan prolongan los tiempos de estancia y mayor posibilidad de exposición a la radiación ionizante. Los problemas de sepsis fueron en su mayoría de origen pulmonar lo que justifica la mayor cantidad de solicitudes de radiografías simples de tórax.

Según la edad y sexo de los pacientes ingresados a las unidades de cuidado crítico, del total de pacientes predomina el sexo masculino sobre el femenino en una proporción de 1.5:1. Del total de la población, el 63.2% de los pacientes fueron menores de un año, seguido de los pacientes de 1-2 años con el 18.2%; siendo importante recordar que en niños la radiación ionizante es un factor de riesgo por la mayor expectativa de vida y el menor volumen corporal (mayor exposición de órganos sensibles durante el examen) a lo que se suma la alta capacidad mitótica y mayor sensibilidad a la radiación a esta edad.<sup>28</sup> La frecuencia del riesgo se duplica en el sexo femenino por la posibilidad de presentar cáncer de mama y factores hormonales. La mayor esperanza de vida en el niño le posibilita acceder a períodos existenciales más prolongados, lo cual permitirá demostrar los efectos tardíos de la radiación.<sup>29</sup>

El área de exposición anatómica que se expone con mayor frecuencia a radiografía simple fue el tórax con el 93.3 %, siendo el abdomen la segunda área con 4.7%. De las 39 tomografías realizadas, 30 fueron de cráneo, 5 de tórax y 4 de abdomen. Debido a que el estudio fue de carácter probabilístico y al azar, cabe resaltar que algunos estudios pueden aparecer en menor proporción en dicha muestra, como es el caso de las fluoroscopias. Se evidenció que el estudio realizado con más frecuencia fue la radiografía simple de tórax. No debemos olvidar que cada radiografía contiene el nivel de radiación equivalente a 3 días de radiación natural y 0.02 mSv y cada tomografía cerebral equivale a 1 año de radiación natural y 2.3 mSv (igual a 115 radiografías de tórax). Durante el estudio

se observó el uso sistemático rutinario con horarios específicos para realizar controles y seguimiento radiológico portátiles en los servicios de cuidados intensivos e intermedios, sin que el paciente haya mostrado cambios sistémicos para la realización de los estudios.

## 6.1 Conclusiones

- 6.2.1 El número total de estudios con radiación ionizante realizado a los pacientes fue de 2474, el cual el 98.1% fueron radiografías, 1.6% fueron tomografías y el 0.3% fueron fluoroscopias.
- 6.2.2 La indicación específica de la solicitud de los estudios diagnósticos fue para control con 1681 representado por el 69%, deterioro cardiorrespiratorio 446 por el 18%, control post procedimiento 277 por el 11%.
- 6.2.3 El grupo etario en su mayoría quedó comprendido entre los menores de 1 año con 63.2%, predominando el sexo masculino en el 59% de los casos. El diagnóstico más frecuente de ingreso fue sepsis secundaria a neumonía en el 60.2% de los casos, seguido de choque séptico con el 22.4%. Las comorbilidades asociadas con mayor frecuencia fueron cardiopatía congénita con el 30.7% y displasia broncopulmonar con el 14.1%.
- 6.2.4 El tipo de estudio radiológico realizado según el sitio anatómico que más se realizó fue la radiografía de tórax en el 93.3%, seguido de radiografía de abdomen en el 4.7%.
- 6.2.5 El tiempo promedio de estancia del paciente en la unidad de cuidado crítico fue de mayor a 28 días en el 33% y 15 a 28 días en el 30% de los casos.
- 6.2.6 De los 241 pacientes estudiados, 57% utilizaron ventilación mecánica mientras que no la utilizaron el 43%

## **6.2 Recomendaciones**

- 6.3.1 Reducir el número de estudios ionizantes en pacientes ingresados a los servicios de cuidado crítico mediante la utilización de criterios basados en evidencia, realización de estudios de imagen cuando el paciente lo amerite según patología y deterioro, reducir las indicaciones de realizar estudios de control y seguimiento rutinario, priorizando el examen físico siempre antes de los estudios de imagen.
- 6.3.2 Fomentar el uso y disponibilidad de herramientas de imagen alternativas que no utilizan radiación ionizante cuando el diagnóstico y la condición clínica del paciente lo permiten como por ejemplo la ultrasonografía y la resonancia magnética.
- 6.3.3 Utilizar de forma adecuada técnicas de toma de estudios con radiación ionizante, evitando la movilización del paciente, con el adecuado tamaño de placa y protección de los órganos sensibles.
- 6.3.4 Mejorar la forma de archivar los estudios de imagen para facilitar su revisión y evitar repeticiones innecesarias.

### 6.3 Plan de acción y/o aportes

6.4.1 De acuerdo con los resultados observados en el presente estudio, donde la población estudiada fue expuesta al 100% a radiación ionizante; surge la necesidad de fomentar el uso racional de las imágenes diagnósticas con radiación ionizante, sobre todo en la población pediátrica, debido a que constituyen un grupo de riesgo a desarrollar alteraciones genéticas por acción de la radiación ionizante. En nuestra práctica local se hace necesaria la realización de programas de concientización acerca del uso correcto de las pruebas diagnósticas y del registro adecuado de los mismos con el objetivo de evitar repeticiones innecesarias.

6.4.2 Propuesta de medidas a seguir:

- Rigurosa justificación del examen, priorizando aquellos que no utilizan radiación ionizante (ecografía o RM).
- Aportar la mayor cantidad de antecedentes previo al examen, manteniendo una adecuada comunicación entre el clínico y el radiólogo. Evitar repetir exámenes por duplicidad de órdenes o por pérdida.
- Estructurar protocolos específicos para niños.
- Limitar a la menor área posible la región estudiada.
- Ajustar la exposición según el órgano.
- Optimizar la calidad de imagen.
- Priorizar el examen físico de acuerdo a las patologías.
- Mejor técnica a la hora de la toma de imagen para evitar la movilización del paciente y repeticiones desnecesarias.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Raudales Díaz IR. Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades / Diagnostic mages: Concepts and generalities Rev. fac. cienc. méd. [en línea] 2014[citado 08 mayo de 2020] 11(1):35-43. Dispoble en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-981532>
2. Zamora González CA. Estudio descriptivo realizado en pacientes de la unidad de terapia intensiva de pediatría del Hospital San Juan de Dios, durante el período comprendido entre mayo de 2001 y enero de 2002. [Tesis de Licenciatura]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2002.
3. Núñez M. Efectos Biológicos de las Radiaciones - Dosimetría Rev Bio [en línea] 2011 [citado el 28 mar de 2018] Disponible en: <http://www.revistabioanalysis.com/arxius/notas/crUpaEpm.pdf>
4. Sociedad Española de Protección Radiológica.Utilización de material de protección en exploraciones simples en radiodiagnóstico pediátrico. Madrid [en línea] 2013 [citado 09 Abr de 2018 ] Disponible en :[https://www.sepr.es/images/PUBLICACIONES/Nota\\_tecnica\\_sobre\\_material\\_de\\_proteccion\\_pediatica.pdf](https://www.sepr.es/images/PUBLICACIONES/Nota_tecnica_sobre_material_de_proteccion_pediatica.pdf)
5. Organización Mundial de la Salud. Radiación ionizante: efectos en la salud y medidas de protección [en línea]. 2016 [citado el 28 mar de 2018] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>
6. González Tardiu F. Información sobre radiaciones ionizantes [en línea].España: Sociedad Nuclear Española Comisión Técnica; 2015. [citado el 28 mar de 2018] NT 03/15.Disponible en:<https://www.sne.es/images/stories/recursos/publicaciones/notas/NT%200315%20-%20Informaci%C3%B3n%20sobre%20radiaciones%20Ionizantes.pdf>
7. Güerci A.M. Córdoba, E.E. Nuevo enfoque de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes Rev Argent Radiol [en línea] 2015 [citado el 28 Mar de 2018]; 79:224-5. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v79n4/v79n4a10.pdf>
8. Núñez M. Efectos Biológicos de las Radiaciones - Dosimetría Rev Bio [en línea] 2011 [citado el 28 mar de 2018] Disponible en: <http://www.revistabioanalysis.com/arxius/notas/crUpaEpm.pdf>

9. X. Allué. Radioprotección en Pediatría. Rev Pediatr Aten Primaria [en línea]. 2012 [citado el 29 mar de 2018]; 14(56):59-61. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S113976322012000500018&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113976322012000500018&lng=es).
10. Cañas Maciá T. El portal de formación AEP [en línea]. Madrid: Asociación Española de Pediatría (citado el 29 mar de 2018). Disponible en: [https://continuum.aeped.es/files/curso\\_radiologia/Material\\_descarga\\_unidad\\_1.pdf.pdf](https://continuum.aeped.es/files/curso_radiologia/Material_descarga_unidad_1.pdf.pdf)
11. Mondaca A R. Por qué reducir las dosis de radiación en pediatría. Rev. chil. radiol. [en línea]. 2006 [citado 2018 Mar 29]; 12(1): 28-32. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-93082006000100008&lng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082006000100008&lng=es)
12. Centro de imagen diagnostica [en línea]. Madrid: (resona);2018; [citado 2018 Abr 08]; Resona;disponible en:[http://www.resona.es/AsisaClinica\\_ClinicaResona/files/f1/f1d6182c-962d-48ed-a9af-016097b6fc07](http://www.resona.es/AsisaClinica_ClinicaResona/files/f1/f1d6182c-962d-48ed-a9af-016097b6fc07)
13. Ramos N Oswaldo, Villarreal U Manuel. Disminución de la dosis de radiación en el radiodiagnóstico. Rev. chil. radiol. [en línea]. 2013 [citado 2018 Abr 08]; 19(1): 5-11. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-93082013000100003&lng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082013000100003&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082013000100003>.
14. Donald P. Frush & Marilyn J. Goske. Image Gently: toward optimizing the practice of pediatric CT through resources and dialogue. Mag Pediatr Radiol [en línea] 2015 [citado en 8 de abr de 2018] 45:471–475. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-015-3283-2>
15. Renedo de la Hoz R. Riesgos de la radiación en imágenes pediátricas Rev Neumol Pediatr [en línea] 2015 [citado 8 feb de 2018]; 10 (2): 54 – 57. Disponible en: <http://www.neumologia-pediatrica.cl/wp-content/uploads/2017/07/riesgos-radiacion.pdf>
16. Norma Técnica de Prevención 614, (Citado enero 2012), Disponible en:[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/200/614\\_01/PDFs/realdecreto6142001de8dejunosobredisposicionesminimaspa.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/200/614_01/PDFs/realdecreto6142001de8dejunosobredisposicionesminimaspa.pdf)

17. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene Radiaciones Ionizantes, Normas de Protección, Sociedad Argentina de Radio protección, Protección Radiológica en Medicina, Editada con la autorización de la International Commission on Radiological Protection (Icrp) publicación 105, (Citada enero 2012) Disponible en: <http://www.icrp.org/docs/P%20105%20Spanish.pdf>

18. Rodríguez NP, Dena EEJ, Basile LR, Fuentes GM, Gavito HA, Ramírez GC, Madrid RMÁ, Jiménez GJ, Verdejo SM, Graeff SNA, Gómez LRN. Frecuencia de patología neurológica en estudios de cráneo por Tomografía Computarizada en el Hospital General de México, O.D. Parte II: La importancia de la valoración del riesgo a la radiación en TC de cráneo en niños. Rev An de Rad Méx. [en línea] 2009 [citado en 8 de abr de 2018] 8 (2): 141-149. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=30532>

19. Don S, MacDougall R, Strauss K, Moore QT, Goske MJ, Cohen M, Herrmann T, John SD, Noble L, Morrison G, Lehman L and Whiting BR. Image Gently Campaign Back to Basics Initiative: Ten Steps to Help Manage Radiation Dose in Pediatric Digital Radiography. Am J of Roent. [en línea] 2013 [citado en 8 de abr de 2018] 200(5) 431-436. Disponible en: <https://www.ajronline.org/doi/abs/10.2214/AJR.12.9895>.

20. Arzu A. Acuerdo gubernativo número 559-98 [en línea]. Guatemala 21 de agos de 1998 [citado en 8 de abr de 2018]. Disponible en: [http://cretec.org.gt/wp-content/files\\_mf/acuerdogubernativo55998.pdf](http://cretec.org.gt/wp-content/files_mf/acuerdogubernativo55998.pdf)

21. Angulo Arellano MT. Análisis de la frecuencia de la exposición a radiación ionizante en pacientes hospitalizados de septiembre del 2013 hasta marzo del 2014 en el servicio de neonatología del Hospital Isidro Ayora. [en línea] [MsCs en Radiología]. Ecuador: Universidad Nacional de Loja; 2015 [citado en 8 de abr de 2018]. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/18819>.

22. Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT, Weinmann S, Solberg LI, Feigelson HS, Roblin D, Flynn MJ, Vanneman N, Smith-Bindman R. The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. J JAMA Pediatr. [en línea] 2013 [citado en 8 de abr de 2018] 167(8):700-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23754213>

23. Moguillansky S. Los Niños y las Radiaciones [en línea] Research Gate 2012 [citado en 8 de abr de 2018] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/282672394\\_Los\\_niños\\_y\\_las\\_radiaciones](https://www.researchgate.net/publication/282672394_Los_niños_y_las_radiaciones).  
[https://www.researchgate.net/publication/282672394\\_Los\\_Ninos\\_y\\_las\\_Radiaciones](https://www.researchgate.net/publication/282672394_Los_Ninos_y_las_Radiaciones).

24. Militão R, Trigueiro Neto Mv. Efeitos da Radiação em Paciente. *Pediátricos. Rev COOPEX/FIP* [en línea] 2017. [Citado en 9 de abr de 2018]. 8(8):1-15. Disponible en: <http://coopex.fiponline.edu.br/artigo>
25. Gentile Luis F. Radioprotección en el diagnóstico por imágenes pediátrico: Conceptos, dosis, uso y no abuso... *Arch. argent. pediatr.* [en línea]. 2006 [citado 09 Abr de 2018] 104(4):366371. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-00752006000400017&lng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752006000400017&lng=es).
26. Frush D. Riesgos de la radiación imaginológica en niños *Rev. Med Clin. Condes* [en línea] 2013 [citado 10 Feb de 2018] 24(1) 21-26. Disponible en: [https://www.clinicalascondes.cl/Dev\\_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/3-DoanldFrush.pdf](https://www.clinicalascondes.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/3-DoanldFrush.pdf)
27. Fagin JA. Cáncer de tiroides: epidemiología y mecanismos de predisposición por radiación ionizante. *Rev Medicina* [en línea] 2001 [citado 12 de Feb de 2018];61: 655-657. Disponible en: [http://medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol61-01/52/v61\\_5\\_2\\_p655\\_657.pdf](http://medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol61-01/52/v61_5_2_p655_657.pdf)
28. Jiménez AA. Dosimetría y riesgo radiológico para neonatos en unidades de cuidados intensivos (UCI). [Tesis de Maestría]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Escuela de Física Medellín; 2012
29. J. Galimany Masclans Blanca Yela .El riesgo de radiación en la unidad de cuidados intensivos. *Rev Enferm Intensiva.* [en línea] 2013 [citado 09 Abr de 2018 ] 24(2):49-50. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-el-riesgo-radiacion-unidad-cuidados-S1130239913000436>
30. Tuche Sarceño JC. Estimación de la dosis de radiación ionizante en pacientes del intensivo de adultos. Del 15 de enero al 15 de marzo del 2013. *Hospital Roosevelt* [Tesis de Licenciatura]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Médicas; 2014. Barcelona.



## VIII.ANEXOS

### Anexo 8.1 Boleta de recolección de datos

Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría

Investigadora: Dra. Emily Villas Boas Aldana

#### Investigación: “UTILIZACIÓN DE ESTUDIOS DIAGNÓSTICOS CON RADIACIÓN IONIZANTE EN UNIDADES DE CUIDADO CRÍTICO PEDIATRICO”

#### SECCIÓN I

Fecha \_\_\_\_\_ Número de boleta \_\_\_\_\_ N. rayos  
x \_\_\_\_\_

1.Unidad de Cuidados Intermedios (UCIN) ( )

Unidad de cuidados Intensivos (UCIP) ( )

2. Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

3. Número de afiliación: \_\_\_\_\_

4. Edad: \_\_\_\_\_ 5. Sexo:  Masculino  Femenino

6. Uso de ventilación mecánica SI \_\_\_ No \_\_\_

7. Diagnóstico Clínico y Comorbilidades

7.1 \_\_\_\_\_

7.2 \_\_\_\_\_

7.3 \_\_\_\_\_

7.4 \_\_\_\_\_

7.5 \_\_\_\_\_

8. Fecha de ingreso: \_\_\_\_\_ Fecha de egreso: \_\_\_\_\_ Días de estancia ( )  
en área crítica en área crítica en área crítica

## SECCIÓN II

1. Indicación específica de la realización del estudio de imagen:

Indicación	No.	Total
Diagnóstica		
Control post procedimiento		
Deterioro cardiorrespiratorio		
Control de rutina		
Trauma craneoencefálico		
Deterioro neurológico		
Otras		
Total		

¿Cuál? \_\_\_\_\_

ubicación anatómica

2. Tipo de estudio radiológico y

Radiografías	No.	Total
Tórax		
Abdomen		
Cráneo		
extremidades		
Otras regiones del cuerpo		
<b>Total</b>		

¿Cuál? \_\_\_\_\_

Tomografías	No.	Total

Tórax		
Abdomen		
Cráneo		
Extremidades		
Otras regiones del cuerpo		
<b>Total</b>		

¿Cuál? \_\_\_\_\_

<b>Fluoroscopias</b>	<b>No.</b>	<b>Total</b>
Tórax		
Abdomen		
Cráneo		
Extremidades		
Otras regiones del cuerpo		
<b>Total</b>		

¿Cuál? \_\_\_\_\_

### **PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO**

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis "UTILIZACIÓN DE ESTUDIOS DIAGNÓSTICOS CON RADIACIÓN IONIZANTE EN UNIDADES DE CUIDADO CRÍTICO PEDIÁTRICO" para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.