



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD DE PETRÓLEOS  
MEXICANOS**



**CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y EPIDEMIOLÓGICAS DE LOS PACIENTES  
PEDIÁTRICOS CON LEUCEMIA Y/O TUMORES SÓLIDOS SOMETIDOS A  
RADIACION IONIZANTE POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA: UNA REVISIÓN DE  
DOSIS Y PREVALENCIA EN EL HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA  
ESPECIALIDAD DURANTE EL PERIODO AGOSTO 2022 – ABRIL 2023**

**TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:

**IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

PRESENTA:

**DR. ALÁN GIRESE LOZANO ALANÍS**

DIRECTOR/TUTOR DE TESIS:

**DRA. NADIA RUTH CRUZ CRUZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX. A JUNIO DEL 2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DR. PORFIRIO VISOSO PALACIOS**

DIRECTOR DEL HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS

---

**DR. HUMBERTO COTA GÓMEZ**

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL  
CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD DE PETRÓLEOS MEXICANOS

---

**DRA. NADIA RUTH CRUZ CRUZ**

PROFESORA TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN DE IMAGENOLOGÍA  
DIAGNÓSTICA Y TERAPEÚTICA DEL HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA  
ESPECIALIDAD DE PETRÓLEOS MEXICANOS  
ASESORA DE TESIS

---

**DR. ALAN GIRESE LOZANO ALANIS**

RESIDENTE DE CUARTO AÑO DEL SERVICIO DE IMAGENOLOGÍA  
DIAGNÓSTICA Y TERAPEÚTICA DEL HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA  
ESPECIALIDAD DE PETRÓLEOS MEXICANOS

---

## **DEDICATORIA**

*A mis abuelos; Concepción, Bertha, Enrique y Esperanza, por el apoyo incondicional a nunca abandonar los estudios y ser un profesional de la salud.*

*A mis padres; Guadalupe y Olga, por la enseñanza del valor de la perseverancia. Que los esfuerzos de hoy son los frutos del mañana. Por ser el ejemplo perfecto de lo que un padre y madre deben de ser, auténticos guías de mi vida.*

*A mis hermanos; Erick e Ivanna, por contar con su aliento cuando más lo necesité.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A la Dra. Julieta Robles Castro por el aporte de su consulta para la realización de esta tesis.*

*A la Dra. Gloria Estela Cortés Flores por los consejos para la profesión y para la vida que compartió conmigo.*

*Al Dr. Francisco Javier Guzmán de la Garza por la formación académica en la investigación.*

*A la Dra. Karen Ivett Rosales Sánchez por su ayuda para el desarrollo de esta tesis.*

*A Marisol; por ser una luz, mi espejo y por su inmenso amor durante la residencia.*

## ÍNDICE

Resumen.....	p. 5
Marco Teórico.....	p. 7
Antecedentes.....	p.13
Planteamiento de Problema.....	p. 14
Hipótesis.....	p. 15
Objetivos.....	p.15
Objetivo General.....	p.15
Objetivos Específicos.....	p. 15
Metodología.....	p. 16
Diseño del Estudio.....	p. 16
Universo de Estudio.....	p. 16
Universo de Observación.....	p. 16
Tipo de Muestreo.....	p. 17
Tamaño de Muestra.....	p. 17
Criterios de Inclusión, No inclusión y Eliminación.....	p. 17
VARIABLES DE ESTUDIO.....	p.17
Variables Independientes.....	p.17
Variables Dependientes.....	p. 17
Recolección de Datos.....	p. 18
Consideraciones Éticas.....	p. 21
Plan de Análisis Estadístico.....	p. 21
Resultados.....	p. 21
Discusión.....	p. 27
Conclusión.....	p. 28
Referencias Bibliográficas.....	p. 29

## RESUMEN

**Título.** Características clínicas y epidemiológicas de los pacientes pediátricos con leucemia y/o tumores sólidos sometidos a radiación ionizante por tomografía computada: una revisión de dosis y prevalencia en el Hospital Central Sur de Alta Especialidad durante el periodo agosto 2022 – abril 2023.

**Antecedentes.** La leucemia representa entre el 25 y 30% de las neoplasias en menores de 14 años, siendo el cáncer más frecuente durante la infancia. Más del 95% corresponden a leucemias agudas, donde predomina la leucemia linfoblástica aguda (LLA). La tasa actual de curación en LLA actualmente, es cercana al 80% y su pronóstico está condicionado por el momento diagnóstico, así como el inicio de su tratamiento. Si bien, el diagnóstico definitivo de la enfermedad hematológica se da mediante el estudio de la médula ósea, la evaluación radiológica puede otorgar valiosa información en pacientes con dolor óseo y compromiso extramedular. Los tumores malignos en pediatría representan sólo el 2% de los casos de cáncer, sin embargo, las neoplasias son en la actualidad la segunda causa de muerte en niños mayores de 1 año.<sup>10</sup>

Los estudios de imagen que se utilizan para evaluar a los pacientes comprenden las modalidades de ultrasonido (US), radiografías simples y estudios de tomografía (TAC) simples o contrastadas. Sin embargo, considerando que el estado clínico de los pacientes con leucemia se encuentra inmunocomprometido, los estudios radiológicos que utilizan radiación ionizante pueden tener un riesgo perjudicial en ellos. Se tienen estandarizadas dosis anuales recomendadas de exposición a radiación según la modalidad de estudio, así como del grupo de edad correspondiente. Si estos límites se

sobrepasan por la sobreexposición a estudios de forma constante en los pacientes, pueden tener un efecto contraproducente en la historia natural de la enfermedad. Evaluar la prevalencia y la dosis administrada nos puede aportar un panorama si existe un riesgo elevado en estos pacientes.

**Metodología.** Estudio observacional, descriptivo, analítico y prospectivo, con archivo radiológico de los pacientes pediátricos con diagnóstico de leucemia y tumores sólidos durante el periodo agosto 2022 – abril 2023.

**Resultados.** Se estudiaron en total 24 pacientes, de los cuales 21 pacientes contaban con antecedente de tumor sólido y 3 pacientes con antecedente de leucemia, de los cuales 14 pacientes correspondieron al sexo femenino (58%) y 10 al sexo masculino (42%). Los resultados de los estudios fueron separados en dos grupos; estudio con reporte patológico 14p (58.3%) ya sea descrito como actividad tumoral y/o metastásica presente, y reporte normal 10p (41.6%). Del total de la muestra (24p), solo 6 pacientes (25%) fueron sometidos a más de un estudio tomográfico y un paciente falleció durante el periodo de evaluación, el cual se encontraba dentro de este grupo.

**Conclusión.** La población pediátrica en el Hospital Central Sur de Alta Especialidad diagnosticada con tumores sólidos y/o leucemia supera las dosis de radiación permitidas anualmente por las guías internacionales.

## MARCO TEÓRICO

La población general se encuentra expuesta a dos fuentes de radiación; una natural (procedente del espacio cósmico) y una artificial (procedente de la industria, procedimientos radiológicos, propósitos bélicos o debidos a accidentes en el manejo de sustancias radioactivas).<sup>3</sup>

La radiación natural corresponde al 87% de la radiación que recibimos y se calcula que es de 1-3 mSv/año, pudiendo ser de 3-13 mSv/año en lugares de alta radiación natural. El otro tipo de radiación es la creada por el humano, la artificial, y consta el 13% restante. Ésta se encuentra en objetos que usamos de forma cotidiana (televisores, relojes, computadoras, etc.) estimando que se recibe una dosis de 7 mSv/año. Para el uso médico de esta fuente artificial, las dosis que recibimos por radiodiagnóstico se calculan en 1.5 a 2 mSv/año, los dedicados a la radioterapia reciben 2 a 3 mSv/año y los de medicina nuclear 2.5 a 8 mSv/año.<sup>3,4</sup>

Nuestra norma (NOM-229-SSA1-2002) se basa en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP por sus siglas en inglés) de 1977. Los límites anuales aceptables de radiación son: ocupacional de 50 mSv y público de 5 mSv.<sup>3</sup>

Existen tres tipos de exposición:

- 1) Médica: incluye a los pacientes sometidos a estudios de diagnóstico y/o terapéutico.
- 2) Ocupacional: relacionada a la práctica profesional (médicos y técnicos radiólogos, empleados de plantas nucleares, etc.)



3) Pública: se refiere al resto de las exposiciones, personas que ocasionalmente están expuestas a radiación.

La radiobiología es la ciencia que estudia los fenómenos que se producen en los seres vivos tras la absorción de energía proveniente de las radiaciones ionizantes. La protección radiológica es una herramienta para el manejo de las medidas de cuidado de la salud contra los riesgos generados por el uso de radiación ionizante, ya sea para motivos diagnósticos y/o terapéuticos.<sup>3,7</sup>

En la exposición médica no se establece ningún límite, simplemente la recomendación de que las dosis recibidas por los estudios o procedimientos radiológicos sean tan bajas como sea razonablemente posible y compatible con la calidad de imagen buscada en primera intención. Aunque una recomendación esté justificada porque el beneficio reportado sea mayor que el riesgo, y optimizada según la tecnología, se intentará por todos los medios posibles que la dosis recibida por el individuo, sea lo más baja posible.

Los pilares del sistema para la protección radiológica se basan en tres principios:

- a) Justificación de las prácticas: toda exposición deberá representar un beneficio neto y positivo para el individuo expuesto, siendo la mejor de las opciones existentes. La mayoría de las valoraciones se basan en experiencia profesional, juicio y sentido común.
- b) Optimización: todas las acciones deberán estar realizadas de la mejor manera según la tecnología y conocimiento que se posea en el momento.

Dosis baja como sea posible, tomando en cuenta los factores socioeconómicos que cuenta el individuo a exponerse.

c) Limitación de la dosis: se hacen recomendaciones de dosis límite como valores de referencia.

También existen tres factores básicos de protección radiológica:

- Tiempo: la dosis a la que las personas están expuestas depende del tiempo al que se expongan.
- Distancia: la dosis en relación con la distancia varía a razón inversa del cuadrado de la distancia. Esto quiere decir que, si a un metro recibimos una exposición de 1, a 2 metros se reducirá por un factor de  $2^2 = 4$ , a 5 metros se reducirá por su factor de  $5^2 = 25$ .

$$\text{Fórmula: } I = I_0/d^2$$

- Barreras: coraza del tubo, paredes cubiertas de plomo o bario, mandiles y guantes emplomados, etc. Pueden ser barreras primarias (blindaje donde incide directamente el haz de radiación útil) o barreras secundarias (blindaje en el cual incide sólo la radiación de fuga y la radiación dispersa).

La dosis de radiación absorbida es descrita como la cantidad de energía absorbida por unidad de masa en un punto específico. Se mide en grays (Gy), por lo cual  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .<sup>3,4</sup>A su vez, 1 Gy es equivalente a 1 Sv.

La mayoría de los efectos adversos para la salud por la exposición a la radiación pueden agruparse en dos categorías:

- Efectos deterministas (reacciones tisulares nocivas) debidos principalmente a la muerte o defectos en el funcionamiento de las células tras dosis elevadas; y
- Efectos estocásticos (cáncer y factores heredables por mutación de células somáticas o germinales).

En el caso de cáncer, los estudios epidemiológicos y experimentales proporcionan evidencia del riesgo de la radiación a dosis de alrededor de 100 mSv o menores, aunque con incertidumbres. En el contexto de la exposición médica, se considera las restricciones como de nivel intermedio < 0.1 mSv, moderado 0.1 – 1 mSv y sustancial 1 – 10 mSv. <sup>3</sup>

La dosis efectiva provee de un estimado sobre la dosis de radiación expuesta, pero no aporta información de riesgo. <sup>4,9</sup>

<b>Tipo de estudio</b>	<b>Dosis efectiva (mSv)</b>
<b>TC cráneo</b>	<b>1 – 2</b>
<b>TC tórax</b>	<b>5 – 7</b>
<b>TC abdomen/pelvis</b>	<b>8 – 11</b>

En los pacientes pediátricos el riesgo de cáncer es de dos a tres veces más alto, en comparación al de los adultos. Esto debido a que los infantes tienen una mayor expectativa de vida y sus órganos son más sensibles al daño provocado por la radiación.<sup>1,2</sup>

La mejor manera de reducir la dosis de radiación en ellos es evitando solicitar estudios que emitan radiación ionizante de manera innecesaria y además, buscar otras alternativas de estudios por imagen.

Durante el 2001, el periódico norteamericano *USA Today* publicó una noticia alarmante; se indicaba que las TC podían causar cáncer en los pacientes pediátricos y que además recibían dosis mucho más altas de las necesarias. Consecuente a esta información diseminada en la prensa, la Sociedad Americana de Radiología Pediátrica propuso el concepto de ALARA (As Low As Reasonable Achievable).<sup>5</sup>

Un estudio de cohorte retrospectivo de 180,000 pacientes menores de 22 años del Reino Unido examinados por TC mostró una relación positiva entre las dosis de radiación y el exceso de riesgo relativo de tres veces para leucemia con dosis acumulada de 50 mGy y para tumores cerebrales con dosis acumulada de 60 mGy.<sup>6,7</sup>

El producto dosis longitud (DLP) es útil para comparar la dosis de los protocolos de examen. La unidad de medida del DLP es mili Gray-centímetros (mGy.cm).

La dosis efectiva se define como la suma ponderada de las dosis absorbidas por cada órgano teniendo en cuenta la radiosensibilidad de estos.

La dosis efectiva tiene en cuenta las distintas radiosensibilidades de los órganos en una determinada área irradiada. Permite efectuar la comparación de riesgo de los efectos estocásticos en una exposición no uniforme con información conocida sobre exposición a radiación de una determinada población.

Las distintas radiosensibilidades de órganos se estiman en base a promedios poblacionales utilizando exposiciones de cuerpo entero con niveles de dosis superiores a los que típicamente se usan en imágenes médicas (por ejemplo, los datos de sobrevivientes de las bombas atómicas).

La dosis efectiva se estima comúnmente en Tomografía Computada utilizando el parámetro DLP multiplicando por un coeficiente de conversión de dosis:

$$Dosis\ Efectiva = DLP \times coeficiente\ de\ conversi3n\ de\ dosis.$$

<b>Región</b>	<b>Adulto</b>	<b>10 años</b>	<b>5 años</b>	<b>1 año</b>	<b>Neonato</b>
<b>Cabeza</b>	0.0021	0.0032	0.0040	0.0067	0.0110
<b>Cuello</b>	0.59	0.0079	0.0110	0.0120	0.0170
<b>T3rax</b>	0.014	0.0130	0.0180	0.0260	0.0390
<b>Abdomen/Pelvis</b>	0.015	0.0150	0.0200	0.0300	0.0490
<b>Extremidad</b>	0.0012				

El prop3sito de estos coeficientes de conversi3n (tambi3n conocidos como Factores K) es considerar aquellos 3rganos expuestos a la radiaci3n en la regi3n estudiada con su radiosensibilidad relativa.

Para pacientes pedi3tricos existen coeficientes de conversi3n que tienen en cuenta la edad del paciente. Recae la responsabilidad en muchas partes involucradas, la reducci3n de exposici3n de pacientes pedi3tricos ya que los efectos adversos aumentan en probabilidad.

Teniendo en cuenta que los pacientes que padecen de una neoplasia hematológica como la leucemia tienen un sistema inmune suprimido, el énfasis de concientizar la prevalencia y dosis a los cuales están siendo expuestos.

## **ANTECEDENTES**

La leucemia representa entre el 25 y 30% de las neoplasias en menores de 14 años, siendo el cáncer más frecuente durante la infancia. Más del 95% corresponden a leucemias agudas, donde predomina la leucemia linfoblástica aguda (LLA). La tasa actual de curación en LLA actualmente, es cercana al 80% y su pronóstico está condicionado por el momento diagnóstico, así como el inicio de su tratamiento.

Si bien, el diagnóstico definitivo de la enfermedad hematológica se da mediante el estudio de la médula ósea, la evaluación radiológica puede otorgar valiosa información en pacientes con dolor óseo y compromiso extramedular. Los tumores malignos en pediatría representan sólo el 2% de los casos de cáncer, sin embargo, las neoplasias son en la actualidad la segunda causa de muerte en niños mayores de 1 año.<sup>10</sup>

Los estudios de imagen que se utilizan para evaluar a los pacientes comprenden las modalidades de ultrasonido (US), radiografías simples y estudios de tomografía (TAC) simples o contrastadas. Sin embargo, considerando que el estado clínico de los pacientes con leucemia se encuentra inmunocomprometido, los estudios radiológicos que utilizan radiación ionizante pueden tener un riesgo perjudicial en ellos.

Se tienen estandarizadas dosis anuales recomendadas de exposición a radiación según la modalidad de estudio, así como del grupo de edad correspondiente. Si estos límites se sobrepasan por la sobreexposición a estudios de forma constante en los pacientes, pueden tener un efecto contraproducente en la historia natural de la enfermedad. Evaluar la prevalencia y la dosis administrada nos puede aportar un panorama si existe un riesgo elevado en estos pacientes.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La prevalencia de leucemia y tumores sólidos en pacientes pediátricos es cercana al 30% y corresponde a las patologías malignas más frecuentes en los infantes. Para fines diagnósticos y/o terapéuticos se realizan estudios de imagen (radiografías, tomografías, estudios especiales) los cuales requieren de dosis de radiación ionizante para su realización.

La radiación ionizante se ha relacionado con efectos contraproducentes al estado inmunológico de la población infantil.

En nuestra institución, no existe un área de control de estudios radiológicos que permitan valorar el riesgo/beneficio de los estudios indicados por los médicos; además de considerar si se sobrepasan dosis anuales recomendadas de exposición a radiación ionizante.

## **HIPÓTESIS**

La población pediátrica con diagnóstico de leucemia y tumores sólidos que es sometida a estudios radiológicos diagnósticos y terapéuticos sobrepasa límites anuales permitidos de exposición a radiación ionizante en más de un 50% de su población.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Determinar la dosis de radiación ionizante administrada en los estudios radiológicos y comparar con niveles anuales máximos permitidos para la población.

### **Objetivos específicos:**

- Demostrar la prevalencia de pacientes pediátricos con leucemia y tumores sólidos que sobrepasan niveles anuales permitidos de radiación ionizante.
- Reconocer las indicaciones más frecuentes de solicitud para los estudios radiológicos en pacientes pediátricos con leucemia.
- Proponer un área de evaluación que determine el riesgo/beneficio de la realización de estudios radiológicos solicitados.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño del estudio:**

Por temporalidad del estudio: Longitudinal

Por la participación del investigador: Descriptivo

Por la lectura de los datos: Prospectivo

Por el análisis de datos: Descriptivo inferencial



**Universo de estudio:**

Población pediátrica con diagnóstico de leucemia y/o tumores sólidos en el periodo agosto 2022 – abril 2023.

**Universo de observación:**

Los límites anuales de radiación ionizante recomendados son sobrepasados por manifestaciones clínicas variables dependiendo del estado inmunológico del paciente.

**Tipo de muestreo:**

Por conveniencia, no probabilístico.

**Tamaño de muestra:**

24 pacientes; 11 en tratamiento activo, 10 en vigilancia y 3 nuevos.

**Criterios de inclusión, no inclusión y eliminación:**

- De inclusión: Edad < 17 años, diagnóstico de leucemia o tumores sólidos y seguimiento anual.
- No inclusión: Pacientes con estudios tomográficos previos al período agosto 2022 – abril 2023.
- Eliminación: Pacientes con archivo radiológico incompleto.

## **VARIABLES DE ESTUDIO**

### **Variables independientes**

Pacientes pediátricos con diagnóstico de leucemia y/o tumores sólidos que son sometidos a radiación ionizante por tomografía.

### **Variables dependientes**

Dosis de radiación efectiva, edad, sexo, neutrófilos, indicación médica, servicio solicitante, región anatómica, uso de contraste, estudio normal/patológico.

## **RECOLECCION DE DATOS**

Se cuantificará la dosis de radiación utilizada por cada estudio tomográfico mediante el uso del equipo que realiza el estudio para realizar el valor acumulado en un periodo de ocho meses, que reposan en la bitácora diaria del servicio de Radiología para su posterior búsqueda de dosis. Una vez finalizado el periodo de reclutamiento se importaron los datos al estadístico SPSS para la obtención de resultados, los cuales se graficaron con tablas de frecuencia a las variables cualitativas en estadística descriptiva.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

En apego a las normas éticas de la declaración de Helsinki y al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la participación de los pacientes en este estudio conlleva un tipo de riesgo: nulo.

### 2. CARTA DE CONSENTIMIENTO

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROTOCOLO DE TESIS "CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y EPIDEMIOLOGICAS DE LOS PACIENTES PEDIATRICOS CON LEUCEMIA Y/O TUMORES SÓLIDOS SOMETIDOS A RADIACION IONIZANTE POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA: UNA REVISIÓN DE DOSIS Y PREVALENCIA EN EL HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD DURANTE EL PERIODO AGOSTO 2022 – ABRIL 2023"**

Nombre de Paciente:

\_\_\_\_\_

Ficha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Yo, \_\_\_\_\_ en mi carácter de \_\_\_\_\_ he leído la información que se me ha entregado que explica el propósito del estudio de investigación el cual fue descrito por los médicos-investigadores de manera clara y precisa en la que participaré. La participación en el proyecto es enteramente voluntaria y soy libre de rehusar que mi familiar tome parte o a abandonar en cualquier momento, sin afectar ni poner en peligro mi atención médica futura.

Consiento en que mi familiar participe en este proyecto, he tenido la oportunidad de plantear mis dudas, temores y expectativas respecto al estudio. Se me ha proporcionado información suficiente acerca de todo lo referente al estudio, han respondido todas mis preguntas, me han dado información complementaria del proyecto y me han dado tiempo para tomar mi decisión.

Ciudad de México a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Nombre y firma de tutor legal:

\_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

1er Testigo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Relación con el paciente \_\_\_\_\_

2o Testigo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Relación con el paciente \_\_\_\_\_

Investigador \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

### **REVOQUE DE CONSENTIMIENTO**

Nombre de Paciente \_\_\_\_\_ de  
\_\_\_\_\_ años con ficha \_\_\_\_\_

Nombre de representante legal:  
\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ años.

Revoco consentimiento prestado en fecha \_\_\_\_\_ y no deseo que mi familiar forme parte de la base de datos del proyecto de investigación "CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y EPIDEMIOLOGICAS DE LOS PACIENTES PEDIATRICOS CON LEUCEMIA Y/O TUMORES SÓLIDOS SOMETIDOS A RADIACION IONIZANTE POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA: UNA REVISIÓN DE DOSIS Y PREVALENCIA EN EL HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD DURANTE EL PERIODO AGOSTO 2022 – ABRIL 2023" que doy con esta fecha.

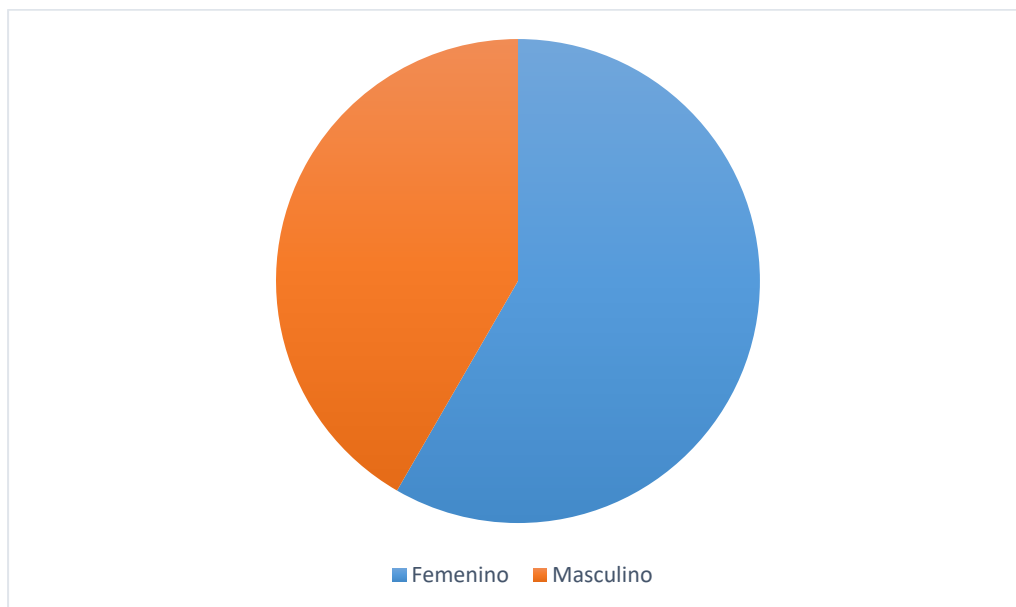
## PLAN DE ANALISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva para detallar las características de la muestra estudiada, expresando como porcentaje las variables categóricas y como promedio +/- desviación estándar las variables numéricas.

Se realizó un análisis estadístico de las variables con T de Student para muestras cualitativas y cuantitativas tomando como valor estadísticamente significativo una  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS

Se estudiaron en total 24 pacientes, de los cuales 21 pacientes contaban con antecedente de tumor sólido y 3 pacientes con antecedente de leucemia, de los cuales 14 pacientes correspondieron al sexo femenino (58%) y 10 al sexo masculino (42%) (Figura 1), en la distribución de sexo predomina el femenino (Cuadro 1); con rango de edad de 2-18 años y con una media de 11.1.

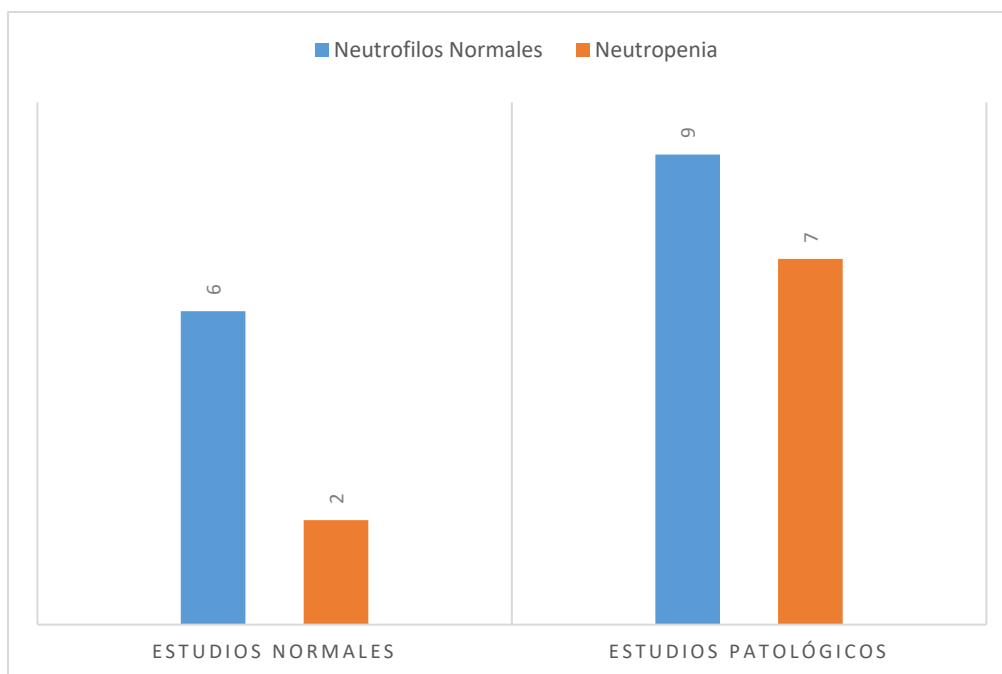


**Figura 1.** Número de pacientes estudiado por sexo

<b>Patología de Base</b>	<b>Sexo Femenino</b>	<b>Sexo Masculino</b>
<b>Tumores Sólidos</b>	13	8
<b>Leucemia</b>	1	2

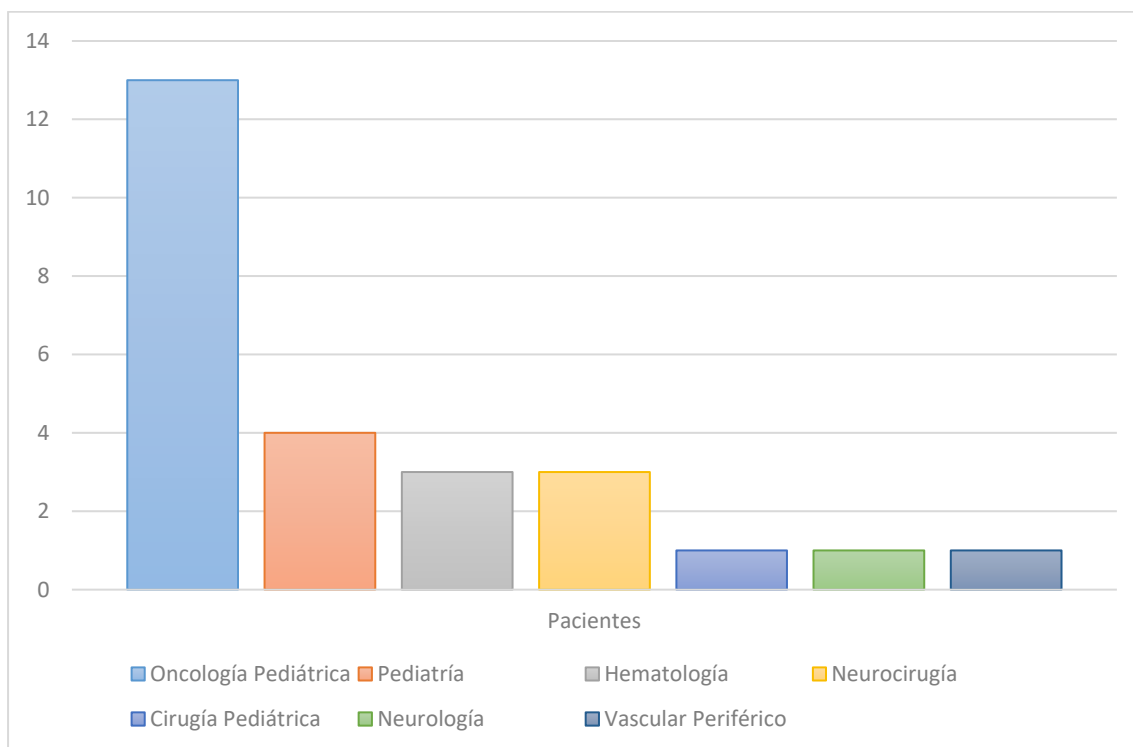
**Cuadro 1.** Distribución del sexo por patología.

Se realizó un registro de la cuenta de neutrófilos de los pacientes al momento de la realización de los estudios tomográficos, donde la media de ambos grupos fue de 58.96%; con rango de 16.8%-90.39%. Del total de la muestra (24p), el 37.5% (9p) contaron con neutropenia, representado como valores menores al 50%; al momento del estudio tomográfico, y de estos, el 22% (2p) fueron resultado de tomografía normal (Figura 2).



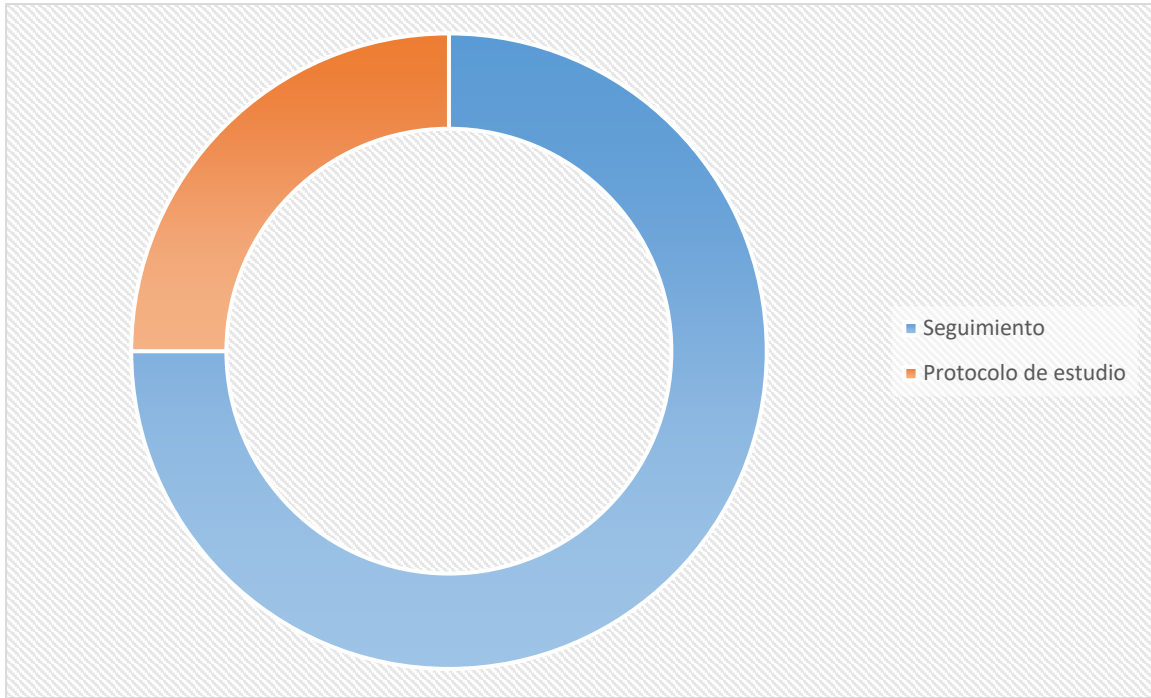
**Figura 2.** Distribución de estudios normales/patológicos vs valores de neutrófilos.

Los servicios solicitantes de los estudios de tomografía fueron 7 en total (Figura 3), siendo Oncología Pediátrica el de predominio mayoritario con 13p (54%), Pediatría 4p (16%), Hematología 3p (12.5%), Neurocirugía 3p (12.5%), Cirugía Pediátrica 1p (4.2%), Neurología 1p (4.2%) y Vascular Periférico 1p (4.2%).



**Figura 3.** Número de pacientes estudiado por servicio solicitante

Las indicaciones más frecuentes corresponden a estudios de seguimiento 18p (75%) y 6p (25%) a individuos en protocolo de estudio (Figura 4); en la distribución de sexo predomina el femenino en los estudios contrastados sobre los simples (Cuadro 2).



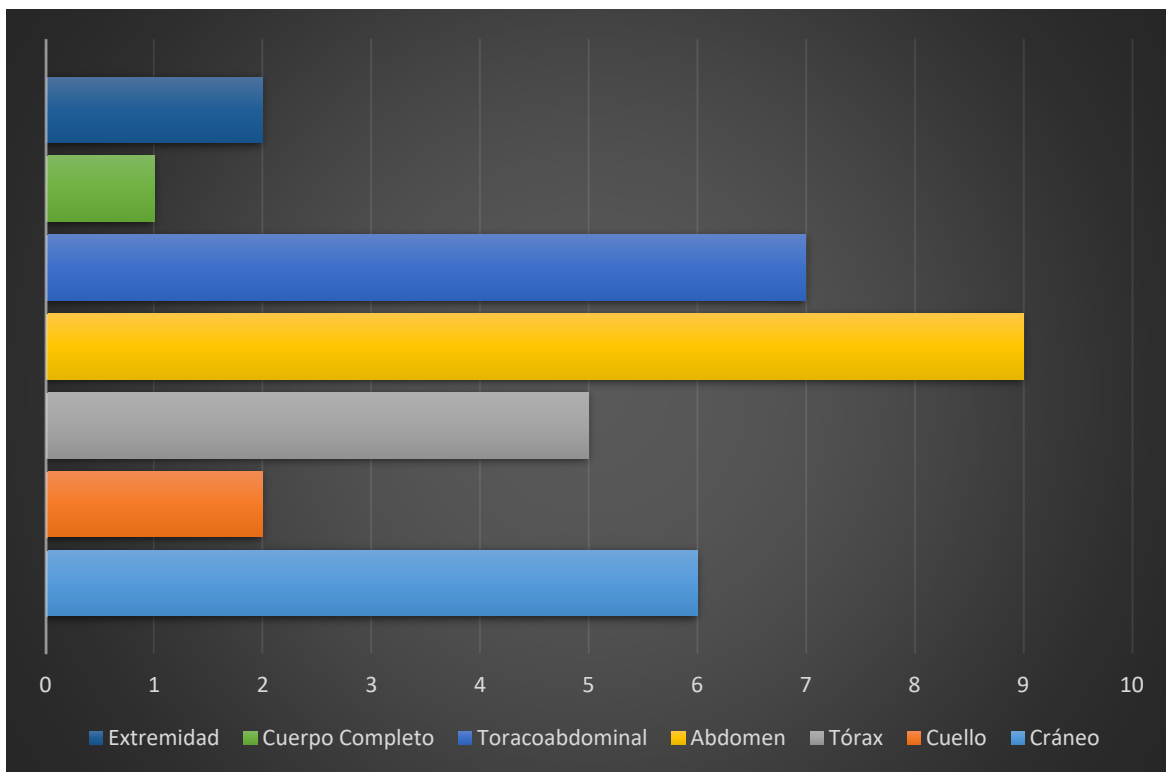
**Figura 4.** Indicaciones para estudio tomográfico

<i>Fase de estudio</i>	<i>Sexo Femenino</i>	<i>Sexo Masculino</i>
<b>Contrastados</b>	13	7
<b>Simple</b>	1	3

**Cuadro 2.** Distribución del sexo por uso de contraste.

Las regiones anatómicas solicitadas fueron cráneo 6p (25%), cuello 2p (8.3%), tórax 5p (20.8%), abdomen 9p (37.5%), toracoabdominal 7p (29.2%), cuerpo completo 1p (4.2%) y extremidad 2p (8.3%) (Figura 5).





**Figura 5.** Regiones anatómicas de estudio.

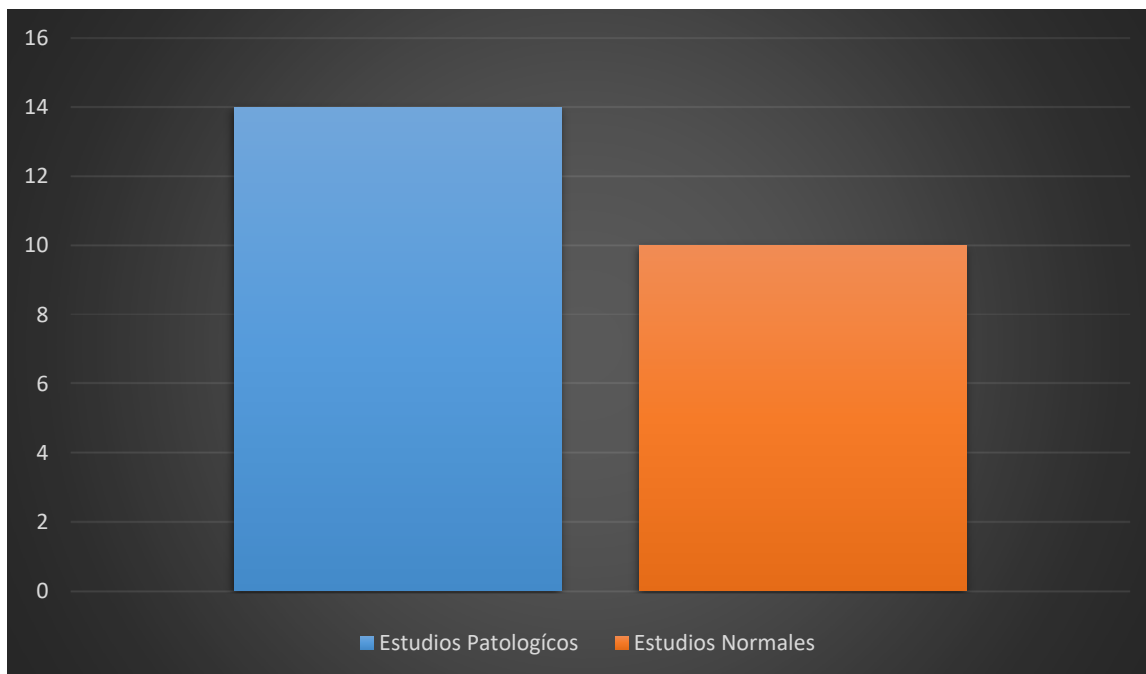
Con el parámetro de DLP se evalúa la exposición a la radiación con la muestra evaluada (24p) y la dosis efectiva fue superior a los 5 mSv anuales permitidos (Cuadro 3).

<b>Media</b>	1763.95 mGy
<b>Desviación Típica</b>	1169.33 mGy
<b>Rango</b>	398 – 5670.00 mGy

**Cuadro 3.** Distribución de la dosis efectiva

Los resultados de los estudios fueron separados en dos grupos; estudio con reporte patológico 14p (58.3%) ya sea descrito como actividad tumoral

y/o metastásica presente, y reporte normal 10p (41.6%) como ausencia de hallazgos de sospecha (Figura 6).



**Figura 6.** Reporte de estudios tomográficos.

Del total de la muestra (24p), solo 6 pacientes (25%) fueron sometidos a más de un estudio tomográfico y un paciente falleció durante el periodo de evaluación; el cual se encontraba dentro de este grupo.

Para la cuantificación de neutrófilos posterior a los estudios tomográficos por dosis de radiación efectiva, se encontró diferencia estadísticamente de P con valor 0.042 significativa ( $P < 0.05$ ). Esto determina la estrecha relación entre los valores de neutrófilos con el uso de estudios tomográficos.

## DISCUSIÓN

Las neoplasias que corresponden a tumores sólidos y/o leucemias representan una entidad en aumento dentro de la población pediátrica. Dentro de la evaluación de los pacientes oncológicos, es frecuente encontrar asociación a la exposición superior a dosis anuales permitidas para la edad, los cuales acordes a regulaciones nacionales e internacionales, deben de ser menores a los 5 mSv.

La radiación forma parte de nuestro entorno, ya sea como un agente natural o artificial. Los equipos tomográficos más sofisticados han limitado la exposición a la radiación de manera significativa conforme el paso de los años, sin embargo, se mantienen como herramientas imagenológicas con riesgos a la salud, tanto del personal ocupacional como de los pacientes.

En los pacientes pediátricos el riesgo de cáncer es de dos a tres veces más alto, en comparación al de los adultos. Esto debido a que los infantes tienen una mayor expectativa de vida y sus órganos son más sensibles al daño provocado por la radiación.<sup>1, 2</sup>

Existen estudios de investigación que muestran relación entre las dosis de radiación y el riesgo relativo para el desarrollo de tumores o leucemia. En el contexto de la exposición médica, se considera las restricciones como de nivel intermedio < 0.1 mSv, moderado 0.1 – 1 mSv y sustancial 1 – 10 mSv.<sup>3</sup>

En nuestro estudio se determinó que el 100% de la población evaluada supera los límites permitidos para exposición a radiación ionizante, ya sea con la realización de un solo estudio (75%), o de más de un estudio (25%) en el

tiempo determinado. La dosis efectiva media fue de 44.63 mSv, con un rango de 0.93 – 533 mSv. Estos valores superan cerca de 9 veces las dosis de radiación que se recomienda a la población.

Las referencias del estado inmunológico como lo son los neutrófilos también se vieron afectadas tras la realización de los estudios, demostrando una relación con los efectos adversos que el uso de la tomografía en la evaluación del paciente oncológico conlleva.

Es importante señalar que un porcentaje significativo de los estudios realizados (41.6%), fueron reportados como normales; lo cual deja en consideración si el seguimiento en pacientes pediátricos oncológicos supera el beneficio sobre el riesgo.

En base a lo anterior, se puede asumir que se cumple con la hipótesis propuesta y objetivos del trabajo.

## **CONCLUSIÓN**

De acuerdo con nuestro estudio, la población pediátrica diagnosticada con tumores sólidos o leucemia dentro de nuestra institución se encuentra expuesta a dosis 9 veces mínimo más altas de lo recomendado por guías internacionales y NOM.

Las consideraciones de los servicios solicitantes deben de ser más rigurosas para poder cumplir con los principios básicos de la protección radiológica: justificación, optimización y limitación de las dosis.

Esto con la finalidad de disminuir la exposición a pacientes que se encuentran en riesgo inmunitario como lo es el paciente oncológico.

El manejo multidisciplinario no solo conlleva a los servicios tratantes, sino también a servicios de apoyo diagnóstico como los es Radiología e Imagen, para realizar una evaluación en conjunto respecto a las alternativas del seguimiento de los pacientes pediátricos oncológicos que no implique un compromiso mayor a la patología de base ya existente.

Cabe recalcar que este estudio descriptivo y analítico, puede formar parte de una base para la realización de otros estudios cuya búsqueda de la limitación del uso de estudios tomográficos pueda beneficiar a la población en general, sobre todo a la pediátrica.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Garcia M, Badell I. Leucemia en la infancia signos de alerta. *AnPediatrContin.* 2012;10(1): 1-7.
2. Riquelme V, García C. Estudios de imágenes en el diagnóstico precoz de leucemia en pediatría. *Revista Chilena de Radiología.* 2012;18(1): 24-29.
3. Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002. Diario Oficial de la Federación. Salud Ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico e intervencionismo con rayos X.
4. McNitt-Gray M. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in CT. Radiation Dose in CT. *Radiographics.* 2002;22(6): 1541-1553.

5. ICRP. Recomendaciones de la Comisión Internacional Radiológica. Sociedad Española de Protección Radiológica. 2007.
6. Thomas-Payne J. CT radiation dose and image quality. *Radiol Clin North Am.* 2005;43(6): 953-962.
7. McCollough C, Primak A, Braun N, Kofler J, Yu L, Christner J. Strategies for Reducing Radiation Dose in CT. *Radiol Clin North Am.* 2009 Jan; 47(1): 27–40.
8. Renedo-de-la-Hoz S. Riesgos de la radiación en imágenes pediátricas. *Neumol Pediatr* 2015; 10 (2): 54 – 57.
9. Meghifene A, Dance D, Mclean D, Kramer HM. Dosimetry in diagnostic radiology. *European Journal of Radiology.* 2010;76(1): 11-14.
10. González G. Tumores sólidos en niños: diagnóstico y terapéutica quirúrgica. *Revista Médica Clínica Las Condes.* 2010;21(1): 120-129