



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO

**DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN POR TOMOGRAFÍA AXIAL  
COMPUTARIZADA COMO FACTOR DE RIESGO PARA EL  
DESARROLLO DE NEOPLASIAS HOSPITAL DEL NIÑO 2019**

PRESENTADA POR  
**MONICA CLAUDIA NAVARRO MAURIÑO**

ASESOR  
**MGTR. RICARDO CARREÑO ESCOBEDO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA**

**LIMA – PERÚ  
2020**



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual  
CC BY-NC-SA**

El autor permite entremezclar, ajustar y construir a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
UNIDAD DE POSGRADO**

**DOSIS EFECTIVA DE RADIACIÓN POR TOMOGRAFÍA AXIAL  
COMPUTARIZADA COMO FACTOR DE RIESGO PARA EL  
DESARROLLO DE NEOPLASIAS HOSPITAL DEL NIÑO 2019**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA**

**PRESENTADO POR  
MONICA CLAUDIA NAVARRO MAURIÑO**

**ASESOR  
MGTR. RICARDO CARREÑO ESCOBEDO**

**LIMA, PERÚ**

**2020**

## ÍNDICE

	<b>Págs.</b>
<b>Portada</b>	i
<b>Índice</b>	ii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Justificación	3
1.5 Viabilidad y factibilidad	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Bases teóricas	11
2.3 Definición de términos básicos	14
<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	16
3.1 Formulación de la hipótesis	16
3.2 Variables y su operacionalización	16
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b>	17
4.1 Tipos y diseño	17
4.2 Diseño muestral	17
4.3 Técnicas y procedimiento de recolección de datos	18
4.4 Procesamiento y análisis de datos	19
4.5 Aspectos éticos	19
<b>CRONOGRAMA</b>	20
<b>PRESUPUESTO</b>	21
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	22
<b>ANEXOS</b>	
1. Matriz de consistencia	
2. Instrumento de recolección de datos	
3. Calculadora de tamaño muestral	

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema**

La tomografía axial computarizada (TAC) es una técnica, cuyo uso crece cada día más en los servicios de radiodiagnóstico. En 1971, se introdujo en la práctica médica y significó un importante avance para un diagnóstico por imágenes más oportuno de diversas patologías, debido a la excelente calidad de la imagen obtenida (sea órganos, músculos, tumores y hasta huesos), a la velocidad del estudio y a los significativos aportes para un mejor y certero diagnóstico; sin embargo, cuanto más denso es el material a evaluar, se absorberá más cantidad de rayos (1, 2).

Un artículo de revisión refiere que, debido al rápido y progresivo desarrollo tecnológico, la TAC, como ayuda diagnóstica, es el recurso médico, cuya indicación ha crecido de manera espectacular. Especialmente en los últimos veinte años, su uso implica dosis mucho más elevadas de radiación que la cantidad derivada de una radiografía simple. Dicho artículo menciona que, actualmente, es preocupante la cantidad de población general expuesta a radiación y que dos o tres TAC produce un aumento de riesgo de cáncer, posible de ser detectado, especialmente en niños, por lo que concluye que la exposición a la radiación actualmente constituye un problema para la salud pública (3).

En 2007, Brody A et al. referían que tener antecedentes de ayuda diagnóstica que utilizan radiación ionizante es un factor a tener en cuenta para sospechar de muchas enfermedades infantiles, también refirieron que diversos informes coinciden en el riesgo de radiación y que incluso un bajo nivel de radiación está relacionado a un ligero riesgo de provocar cáncer. Recomiendan a los radiólogos la elaboración de protocolos específicos que incluyan técnicas de exploración en pacientes pediátricos y estrategias informativas a los padres y pacientes en general, relacionadas a riesgos y beneficios de la TAC (4).

Actualmente, hay certeza de que la TAC es la que proporciona más dosis de radiación al paciente; el Comité de Estudios de Efectos Biológicos de la Radiación Ionizante remarca que los pacientes expuestos a dosis promedio de radiación

ionizante, especialmente niños, tienen un riesgo bajo, pero significativo de desarrollar cáncer, desconociéndose riesgos a largo plazo; son ellos especialmente sensibles a las radiaciones ionizantes, pues sus organismos se encuentran en desarrollo fisiológico y/o crecimiento pero debido a su corta edad disponen de largos años por delante para desarrollar tumores, más aun al ser expuestos a las pruebas radiológicas en los primeros años de vida (5) .

Boch M, et al. realizaron un estudio, en 2018, en España; estimaron el número probable de casos de patologías cancerosas asociados a radiación con base al uso de la TAC, en niños y jóvenes en un año, extrapolaron el número anual de TAC realizadas en Cataluña y lo relacionaron con los riesgos de cáncer atribuibles a un año de TAC, según edad y sexo para España; refirieron que de 1.058 302 TAC realizadas en el 2013 en menores de 21 años, se estimaba 168.6 casos de cáncer asociado a exposición a radiación ionizante; por cada 100 000 pacientes expuestos, el riesgo de cáncer más alto será el cáncer de mama y el cáncer de pulmón: las TAC más frecuentes fueron en cabeza y cuello, por lo que los casos de cáncer proyectados fueron de faringe, boca y tiroides; recomiendan que, a pesar de los beneficios de la TAC, es necesario justificar y optimizar su empleo en el diagnóstico pediátrico (6) .

Es preocupante el incremento en el uso de esta ayuda diagnóstica en el Hospital del Niño; en el año 2019, se atendieron diariamente, 17 niños en promedio para realizarles una TAC, lo que aproximadamente suma 3000 tomografías anualmente, al ser la atención de lunes a viernes. Los médicos de dicha institución coinciden en afirmar que los beneficios de una tomografía solicitada superan con mucha diferencia los riesgos. Sin embargo, lo que no se valora con detenimiento es la indicación de la tomografía y el número de tomografías que se le solicita por niño.

En ese año, 2019, el uso de la TAC para patologías habituales como los traumatismos (craneal cerrado, evaluación ósea y abdominal), apendicitis y litiasis renal ha aumentado la frecuencia de exploraciones tomográficas.

Por lo mencionado, es necesario determinar los parámetros de medición de dosis de radiación impartida al paciente: niños, en un examen tomográfico según órganos irradiados, así como disponer de métodos de reducción y de control de la radiación.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la dosis de radiación efectiva para el desarrollo de neoplasias en el Hospital del Niño durante el año 2019?

## **1.3 Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la dosis de radiación efectiva para el desarrollo de neoplasias con el uso de la tomografía axial computarizada en el Hospital del Niño 2019.

### **Objetivos específicos**

Determinar la dosis de radiación efectiva por regiones de cráneo, tórax y abdomen, según sexo, grupos etarios.

Determinar el tiempo de radiación media según sexo y grupo etarios.

Describir las principales patologías de cráneo, abdomen y tórax por los que utilizan TAC según edad y sexo.

Estimar el porcentaje de pacientes en riesgo de neoplasia por radiación según dosis efectiva acumulada y según patologías, grupos etarios y sexo.

## **1.4 Justificación**

El presente estudio será un estudio relevante, no solo porque son conocidos los riesgos asociados a la TAC, sino por el preocupante incremento de uso de esta ayuda diagnóstica, especialmente en niños. Además, este tipo de estudios son considerados necesarios en el Hospital del Niño porque se encuentra dentro de las prioridades que consideran la evaluación de parámetros equipos que emiten radiación con la finalidad de evitar patologías crónicas y/o degenerativas

secundarias a una exposición de ionización.

Los resultados de este estudio contribuirán a alertar a las autoridades y a los profesionales de la salud a tomar medidas relacionadas a mejorar y vigilar los parámetros de medición de equipos que emiten radiación, disponer de métodos de reducción y de control de la misma e implementar estrategias informativas a los pacientes y sus familias relacionada a riesgos y beneficios de la TAC.

### **1.5 Viabilidad y factibilidad**

El estudio se realizará en el Hospital del Niño y se cuenta con las facilidades para acceder a la información institucional. La formulación, implementación y difusión del presente estudio es considerada parte del periodo formativo dentro de la especialidad, así como para la titulación.

Los materiales y recursos económicos para su implementación están considerados dentro de un presupuesto programado sin poner en riesgo su interrupción.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

El Consejo Nacional de Investigación Nacional de Academias, en 2006, hizo una revisión de los riesgos para la salud, debido a la exposición a niveles bajos de radiaciones ionizantes y sus efectos biológicos; analizaron los riesgos de leucemia, cáncer de pulmón, mama, tiroides y estómago relacionados a la dosis de exposición a radiación y compararon las estimaciones en diferentes poblaciones expuestas. El informe concluye que la investigación científica es consistente con la hipótesis de que existe una relación de dosis-respuesta entre la exposición a la radiación ionizante y el desarrollo de cánceres sólidos en seres humanos (5).

Thorby Lister A et al. revisaron las imágenes realizadas durante cinco años, a una cohorte de 106 niños con osteogénesis imperfecta (OI), quienes requieren frecuentes estudios radiológicos (desde rayos X, vigilancia de la densitometría ósea, hasta TAC), con el objetivo de estimar la dosis efectiva acumulativa de radiación y el riesgo adicional de cáncer por radiación ionizante; reportaron que el 50% fueron niñas con 5747 imágenes. La TAC representó el 0.8%, pero contribuyó al 66% de la dosis efectiva acumulativa de radiación, el riesgo adicional de cáncer fue mínimo, con un promedio de 8.8 de casos adicionales por cada 100 000 niños expuestos, siendo significativamente menor en caso de OI leve respecto de la OI moderada (p: 0.006) y severa (p: 0.001). Todos los casos con cáncer moderado recibieron TAC y el 88% tenía escoliosis o fracturas vertebrales y toda la cohorte tuvo fracturas de huesos largos. Concluyeron que la gravedad de la OI se correlacionó positivamente con las tasas de fracturas de huesos largos ( $P < 0.001$ ) (7).

Pauwels EK y Bourguignon MH hicieron una revisión sistemática y sostuvieron que la TAC, al utilizar radiación ionizante (rayos X), puede dañar el ADN, especialmente en los niños por ser más radiosensibles, por lo que aumenta el riesgo de carcinogénesis. Los autores discuten el posible efecto inductor de la radiación de la tomografía en niños en relación al cáncer sólido.

Afirman que las mejoras tecnológicas han dado por resultados un tiempo de escaneo más corto y grosores de corte más delgados, lo que ha multiplicado su uso en todo

el mundo, en EE. UU. En 2006, se hicieron 67 millones de TAC, en el 2009 se realizaban diariamente más de 19,500 TC, y se estimaba que el 17% de procedimientos de imágenes médica correspondía a las TAC; ello ha llevado al aumento de la dosis efectiva anual per cápita en EE. UU., de 0.016 mSv (1980–1982) a 1.47 mSv (2006). Agregaron, también, que se ha incrementado a seis veces, la dosis efectiva anual per cápita de los procedimientos de diagnóstico por imagen, lo que significa, aproximadamente 0.5 a 3.0 mSv; es decir, la mitad de la exposición a la radiación se debe a la TAC. También, mencionaron que según datos de EE. UU. y Europa, en 2007, aunque la TAC solo constituía del 5 al 10% de todos los procedimientos de imagen, contribuía con el 40 al 67% de la carga de radiación total (8) .

McDonnell A et al. hicieron la revisión retrospectiva de las historias clínicas de 31 niños que recibieron trasplante de corazón y seguimiento entre el 2009 y 2012; e identificaron todas las pruebas con radiación ionizante que habían recibido, y estimaron la exposición mediante dosis efectivas (mSv); reportaron una mediana de 38 pruebas radiológicas realizadas cuyo rango fue de 18 como mínimo y 154 como máximo. Ello incluía ocho cateterizaciones (rango 2-12), 28 radiografías (rango 11-135), la mediana de dosis efectiva acumulada fue de 53.5 mSv (rango 10.6-153.5 mSv), correspondiendo el 91% al cateterismo, 31% al ser ingresados para el trasplante, y el 59% durante el seguimiento, más un 3% como parte del seguimiento no planificado. Concluyeron que la edad avanzada, al momento del trasplante fue un factor de riesgo para una mayor exposición a la radiación (p: 0.006) (9).

Entre 2005 y 2007, Dorfman A et al. desarrollaron un estudio de cohorte retrospectivo, en EE. UU., con el objetivo de determinar tasas con radiación ionizante en individuos menores de 18 años, clasificaron a los participantes según grupos etarios y sexo y diferenciaron el tipo de tecnología utilizada. Durante los tres años, se realizaron 436 711 procedimientos de imagen, y fueron 42.5% niños los irradiados (150 930). El tipo de exámenes más utilizados fueron la radiografía de tórax, de extremidades, abdomen y columna vertebral, seguido por las TAC de cabeza y abdomen (10).

Paterson A et al. desarrollaron un estudio prospectivo con el objetivo de determinar si los ajustes edad del paciente y parámetros de escaneo son determinantes de la dosis de radiación para TAC helicoidal en niños. Se agruparon arbitrariamente los exámenes y los niños según grupos etarios. Refirieron que el 31% de TAC fueron de tórax; el 69%, de abdomen y un 16% combinaron TAC de tórax y abdomen. En el 22% de los exámenes combinados, la corriente del tubo se ajustó entre la TAC de tórax y abdomen, y en un caso, la corriente del tubo fue mayor para la TAC de tórax que para abdomen. El ajuste de la corriente media del tubo para la TAC de tórax fue de 213 mA y para abdomen, de 206 mA, sin un ajuste en la corriente del tubo según edad de los niños. El 56% de exámenes de neonatos, bebés o niños de 8 años se realizaron en una colimación de más de 5 mm y el 53% de estos exámenes se realizó con un paso de 1.0. Concluyeron que los parámetros de la TAC helicoidal pediátrica no se ajustan al tipo de examen ni a la edad del niño (11).

Pearce M et al. desarrollaron un estudio retrospectivo de cohortes entre 1985-2002, incluyeron pacientes sin enfermedad maligna previa, se evaluaron las asociaciones potenciales entre dosis de radiación y cáncer. Reportaron riesgo de leucemia asociada positivamente con dosis estimadas administradas por TAC ( $p:0.0097$ ), riesgo de tumores cerebrales asociados con dosis estimadas administradas por TAC ( $p<0.0001$ ); el uso de TAC en niños para administrar dosis acumuladas de aproximadamente 50 mGy casi podría triplicar el riesgo de leucemia y las dosis de aproximadamente 60 mGy podrían triplicar el riesgo de cáncer cerebral (12)

Berrington A et al. hicieron un estudio retrospectivo de cohortes en EEUU en el 2007 con el objetivo de estimar los riesgos posteriores de cáncer por el uso de la TAC según edad y sexo, y proyectaron que 29 000 patologías cancerígenas futuras podrían estar relacionadas con TAC principalmente de abdomen y pelvis y un tercio de los cánceres proyectados serán en menores de 18 años que reciban este examen (13) .

Mathews J et al. realizaron un estudio de cohorte con el objetivo de determinar el riesgo de cáncer en niños y adolescentes a partir de la exposición a la radiación ionizante de baja dosis de exposición, participaron 10.9 millones de australianos registrados en una base de datos de Australian Medicare, cuyas edades estaban

entre 0 y 19 años, que habían recibido una TAC; reportaron 60 674 tipos de cáncer, incluyendo 3 150 en 680 211 personas expuestas a TAC al menos un año antes de la TAC, la duración media de seguimiento posterior a la exposición fue de 9.5 años y la incidencia total de cáncer fue de 24% mayor en las personas expuestas respecto a las no expuestas (OR:1.24 (IC 95% 1.20- 1.29),  $p < 0,001$ ) y la relación dosis-respuesta se incrementó en 0.16 para cada TC adicional (14).

Rehani M y Berry M sostienen que la TAC constituye aproximadamente el 2 al 3% de los exámenes radiológicos, pero aportaba entre el 20 y 30% de la carga de radiación total, debido al uso médico de la radiación ionizante, refieren que la TAC de tórax proporciona una dosis de radiación equivalente a 400 radiografías de tórax (TAC de tórax  $\approx 8$  mSv VS radiografía de tórax: 0.02 mSv). La TAC de columna torácica, mediastino, abdomen, hígado, páncreas, riñón, columna lumbar y pelvis está asociada a dosis efectivas mayores a 5 mSv (equivalentes a más de 250 radiografías de tórax) y, en algunos casos, hasta 30 mSv (equivalente a 1500 radiografías de tórax) (15).

Ron E et al. hicieron una revisión sistemática de diferentes tipos de cáncer en niños, o afectados de radiaciones. Refieren que en caso de personas expuestas a la radiación antes de los 15 años, la linealidad describe mejor la respuesta a la dosis, incluso hasta 0,10 Gy. En las dosis más altas ( $>10$  Gy), asociadas con la terapia del cáncer, parece haber una disminución o nivelación del riesgo.

Para las exposiciones infantiles, el riesgo relativo combinado por Gy (ERR / Gy) fue de (RR: 7.7 (IC 95%, 2.1-28.7) y el riesgo absoluto por cada 10 (4) PY Gy (EAR / 10 (4) PY Gy) fue OR: 4.4 (IC 95%, 1.9-10.1). El riesgo atribuible (AR%) a 1 Gy fue del 88%; mencionaron que estas estimaciones de resumen se vieron muy afectadas por la edad en la exposición, incluso dentro de este rango de edad limitado. La ERR fue mayor (P: 0.07) para las mujeres a diferencia de los hombres, pero había inconsistencia en los estudios individuales. El EAR fue mayor entre las mujeres, lo que refleja su mayor tasa de cáncer de tiroides que ocurre naturalmente. La distribución de ERR, a lo largo del tiempo, no siguió un simple patrón multiplicativo ni un patrón aditivo en relación con la ocurrencia de fondo. Solo dos casos fueron vistos dentro de los 5 años de exposición. El ERR comenzó a disminuir unos 30 años

después de la exposición, pero aún se elevó a los 40 años. El riesgo también disminuyó significativamente con el aumento de la edad de exposición, con poco riesgo aparente después de los 20 años.

Sobre la base de datos limitados, se sugirió que la distribución de la dosis en el tiempo (desde unos pocos días hasta más de un año) puede reducir el riesgo, posiblemente debido a mecanismos de reparación celular. La glándula tiroides, en los niños, tiene uno de los coeficientes de riesgo más altos de todos los órganos y es el único tejido con evidencia convincente de riesgo de aproximadamente 1,10 Gy (16).

Monroy E et al. estimaron la dosis efectiva de radiación en una serie de casos de 34 pacientes mexicanos sometidos a angio-tomografía coronaria, reportaron que en el 16% de los casos se emplearon 100 kV; en ellos, la dosis efectiva fue 4.4 mSv, y en el 76%, se utilizó 120 kV. La dosis efectiva fue 6.8 mSv, por lo que se encontró una diferencia significativa (0.001) entre ambos grupos (17).

Tepper B et al. evaluaron la dosis efectiva acumulativa de radiación ionizante en 75 pacientes pediátricos con trauma cerrado, describieron las características de los pacientes y los estudios recibidos. Sus resultados reportaron que la mediana de la edad fue 11 años 7 meses, la mayoría varones, la mediana del número de TAC recibidas fue de 3.4 para pacientes directamente recibidos y 2 para niños transferidos. La dosis media efectiva de radiación ionizante fue 11.4 mSv para TAC realizadas dentro de las primeras 24 horas, después de seis días de ocurrida la injuria; el 16% de niños tuvieron TAC con una dosis promedio adicional de 4 mSv. También, se les tomaba radiografías simples, en promedio en número de cinco. Concluye que los niños con trauma reciben una gran carga de radiación en su evaluación inicial y los transferidos reciben una mayor radiación (18).

Egan KR et al. cuantificaron la dosis de radiación recibida durante la TAC de la columna torácica, respecto la radiografía simple y estimaron el riesgo asociado a cáncer de mama en una población de niñas atendidas en traumatología pediátrica de trauma pediátrico asociada a radiación. Agruparon a 179 pacientes en dos grupos: menores de 12 años y entre 12 y 17 años, calcularon las dosis de radiación y

emplearon el Calculador de dosimetría ImPACT. Reportaron que la dosis promedio de radiación de una TC de columna torácica fue 41.1 (SD 11.4) mSv y de una radiografía simple fue 1.8 (SD 0.9) mSv, estimaron el riesgo absoluto de cáncer (RAC) de seno asociado a radiación (emplearon las tasas oficiales de riesgos por radiación) y encontraron que el RAC para radiografías simples fue de 2.7 (IC 95%, 2.48-2.85) de cáncer de seno en exceso por cada 10 000 TAC en menores de 12 años y 1.4 (IC 95%, 1.14-1.55) para el grupo de 12 – 17 años. Respecto a la TAC de columna, el RAC fue significativamente mayor: 79,6 (IC 95%, 58,6–100,5) y 45,8 (IC 95%, 42,0–49,6), según grupos etarios respectivamente. Concluyeron que la TAC de la columna torácica produce una dosis elevada de radiación, favoreciendo la inducción del cáncer de mama, incrementándose según edad (19).

Brambilla M et al. realizaron una revisión sistemática para analizar la exposición a radiación ionizante reiterativas, sea como procedimiento diagnóstico o intervenciones médicas, y estimar la dosis efectiva acumulativa. Revisaron cohortes de pacientes pediátricos crónicos no oncológicos. Incluyeron estudios que reportaban dosis efectivas acumulativas durante un periodo mayor de un año. Reportan que la dosis efectiva acumulativa anual era relativamente baja (< 3 mSv/año en niños afectados de fibrosis quística, cardiopatía congénita, pacientes con derivaciones de líquido cefalorraquídeo y hemofilia; la dosis era moderada (>3.20 mSv/año en afectados con enfermedad de Crohn. En pacientes pediátricos crónicos, la radiación extra anual puede alcanzar elevados valores (>100 mSv) (20).

Cooper JN et al. analizaron las características de niños menores de 16 años expuestos a radiación por una TAC de abdomen y pelvis realizadas entre 2015-2013; se incluyeron 2390 estudios; emplearon un software institucional que estimaba las dosis efectivas según órganos y, por paciente, sus resultados refirieron que la dosis efectiva media fue de 1.52 mSv, el sexo femenino, mayor edad, la obesidad y la exploración múltiple o repetida fueron predictores de dosis efectiva más altas ( $p < 0.005$ ). Recomiendan hacer los esfuerzos por reducir la dosis de efectiva (21).

Un estudio realizado, en 2019, evaluó el riesgo de leucemia y tumor cerebral posterior a la exposición a radiación ionizante en dosis bajas por TAC, conformaron una cohorte retrospectiva de 168 394 niños que recibieron una o más TAC en un

hospital pediátrico en el periodo entre 1979 y 2012, utilizaron tasas nacionales de incidencia de cáncer. Sus resultados encontraron tasas elevadas de cáncer, la dosis media acumulada en médula ósea fue de 9,5 mGy, y el riesgo de leucemia no se asoció con la dosis acumulada de médula ósea en 44 casos; excepto el síndrome mielodisplásico; la dosis media acumulada cerebral fue de 38.5 mGy, asociada significativamente con el riesgo de tumores cerebrales malignos y no malignos combinados (ERR / 100 mGy: 0.86, IC 95% ,0.20- 2.22, P: 0.002, 84 casos). Concluyen que la incidencia de tumores cerebrales fue mayor en la cohorte de niños con tomografías computarizadas que, en la población general, recomiendan más evidencias (22).

Otro estudio realizado, en 2020, evaluó la exposición a TAC en cabeza y cuantificaron su radiación, en una cohorte de 152 niños intervenidos por derivaciones ventrículo-peritoneales, con un tiempo medio con derivación de 5.4 años, 3.3 TAC como media y un rango de 0 a 20 por niño, lo que equivale a 0.65 a 0.87 TAC por año de derivación. Se estimó en 2 msv de radiación por TAC recibida y se calculó que la exposición promedio fue 1.31 msv por niño por año de derivación. Concluyeron que los niños que reciben varias TAC de cabeza, por una posible alteración de la derivación ventrículo-peritoneales, tienen mayor riesgo de desarrollar una neoplasia (23).

## **2.2 Bases teóricas**

La calidad de las imágenes registradas por la TAC son producto de diversas imágenes denominadas cortes tomográficos, tomadas en distintos planos o secciones del cuerpo, para lo cual utiliza rayos X. Se obtuvo una imagen final de elevada calidad de tejidos blandos, sea órganos, músculos y tumores y hasta huesos. Como se había mencionado, cuanto más denso es el material a evaluar, se absorberá más cantidad de rayos (2).

### **TAC y los efectos biológicos de radiación en niños**

La medicina nuclear y la TAC por emisión de positrones se detallan en función a la cantidad de radioactividad inyectada (milicurios o becquerels) o se convierten a la dosis eficaz (milisieverts). Las unidades de la dosis absorbida, son el rad,

introducido en los años 60, y el gray (Gy), introducido en 1985. La unidad de medida utilizada para indicar la respuesta biológica es el sievert (Sv).

La dosis equivalente y la dosis eficaz se miden en Sv y mSv. No todas las radiaciones tienen el mismo efecto sobre la célula para una dosis determinada.

Los rayos beta son muy superficiales, mientras que las partículas alfa y los protones generan considerables daños más que la radiación gamma (rayos X) para una dosis determinada. El diagnóstico por imagen utiliza rayos X (24).

Por lo tanto, los efectos biológicos de la radiación se dividen en dos tipos. Los efectos deterministas (que van a ser determinados por la dosis) se caracterizan por una dosis umbral. Los efectos deterministas nunca se producen con las dosis utilizadas en radiodiagnóstico. Los efectos estocásticos (que son efectos aleatorios) son mucho más preocupantes porque pueden producirse con cualquier dosis.

Estos efectos pueden generarse por cualquier radiación que llegue al tejido vulnerable (principalmente ADN, pero el citoplasma también puede tener graves riesgos) y producir un daño irreparable. Estos efectos llevan al concepto de dosis lineal sin umbral, que establece que el daño producido por radiación aumenta mientras aumenta la dosis de forma lineal. Este concepto hace énfasis en que ningún nivel de exposición radiactiva puede considerarse completamente seguro.

La radiación puede producir severas secuelas a varios niveles; puede producir carcinogénesis, mutaciones genéticas y muerte celular. Los efectos biológicos de la radiación se producen específicamente por el daño del ADN directamente a través de la interacción de los electrones producidos por la absorción de los rayos X o secundariamente por la formación de radicales libres.

Como es bien sabido, casi 80% de la célula es agua, la mayor parte de la energía depositada en la célula produce la formación de radicales libres acuosos. Una dosis de 1 rad produce aproximadamente 10<sup>3</sup> ionizaciones por tipo celular. Los cambios bioquímicos y fisiológicos subsiguientes se producen en horas o días, mientras que la inducción de cáncer lleva varios años (14).

Las manifestaciones del daño del ADN son diversas. La célula con ADN dañado puede morir por la muerte celular (apoptosis) y esto se produce para eliminar las células gravemente dañadas y potencialmente mutables. El daño en una base doble es el efecto más frecuente y el menos significativo. Las rupturas de una sola hebra de ADN generalmente tienen poca trascendencia biológica, debido a que cada hebra se repara al utilizar la hebra opuesta como una plantilla, pero puede producirse una mutación, si no se repara adecuadamente.

La ruptura de las dos hebras de ADN (el suceso menos habitual) es más problemático, ya que el resultado final parece que depende de la proximidad de la ruptura en cada hebra. Si están muy separadas, la reparación se produce como en una ruptura de hebra simple, pero si las rupturas en las dos hebras están opuestas una a la otra (o separadas por unos pocos pares de bases), la reparación es mucho más difícil sin una plantilla. Por lo tanto, este tipo de ruptura es el mecanismo de muerte celular radio-inducida, daño cromosómico, mutación y carcinogénesis (25).

Si hay daño del ADN, las aberraciones se originan en los cromosomas y el resultado será una aberración inestable (generalmente letal para las células en división) o una aberración estable. Las aberraciones estables pueden consistir en el fracaso de la reunión de cromosomas (lo que lleva a deleciones) o en su reordenación anómala, como una translocación recíproca o aneuploide.

### **Carcinogénesis por radiación**

Parece ser un proceso progresivo multietápico compuesto de tres etapas independientes: cambios morfológicos, inmortalidad celular y oncogenicidad. La exposición radiactiva provoca inestabilidad del genoma celular. Esta inestabilidad se transmite a la célula progenitora, que va ocasionar una elevación duradera en la tasa con la que los cambios se presentan en las subsiguientes generaciones de la célula irradiada.

La edad en el momento de la exposición a rayos ionizantes influye considerablemente en la sensibilidad a los cánceres radio-inducidos. En comparación con los adultos de mediana edad, los niños son 10 veces más

sensibles a la carcinogénesis radio-inducida, y los neonatos más jóvenes son más sensibles que los niños mayores. Las niñas son más sensibles que los niños, debido al mayor riesgo asociado con cáncer de mama y tiroides. Las dosis que se utilizan en la radiología diagnóstica para una TAC multicorte se superpone con la recibida por un cáncer inducido por dosis bajas en personas supervivientes a las bombas atómicas. Por tanto, es obligado que usemos la dosis más baja necesaria para obtener imágenes diagnósticas, a pesar de que los efectos estocásticos son aleatorios, pero aumentan al aumentar la dosis.

Se ha visto cómo aumenta la vulnerabilidad biológica a la radiación en el feto expuesto en el útero a través de la radiación materna, en el Oxford Childhood Cancer Study. El feto y los niños lactantes son más vulnerables al cáncer inducido por radiación porque: 1) están creciendo muy rápidamente, con muchas células sometándose a actividad mitótica; 2) los tumores radio-inducidos (excepto la leucemia) se desarrollan muy lentamente y los niños tienen una mayor vida y 3) el efecto acumulativo de la radiación es para toda la vida.

### **2.3 Definición de términos básicos**

**Positrón:** Es una partícula elemental, antipartícula del electrón. No forma parte de la materia.

**Ionización:** Conversión de los átomos de un compuesto en átomos cargados eléctricamente.

**Radiación:** Emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio.

**ADN:** Sigla de ácido desoxirribonucleico, proteína compleja que se encuentra en el núcleo de las células y constituye el principal constituyente del material genético de los seres vivos.

**Aberraciones:** En biología, puede referirse a: aberraciones cromosómicas que es una anomalía en la estructura de los cromosomas.

**Mutaciones:** Las mutaciones cromosómicas, mutaciones no puntuales o cromosomopatías son alteraciones en el número de genes o en el orden de estos dentro de los cromosomas.

**Carcinogénesis:** Conjunto de fenómenos que determinan la aparición y desarrollo de un cáncer.

**TAC:** Tomografía axial computarizada o escáner es un procedimiento de diagnóstico médico que utiliza rayos X con un sistema informático que procesa las imágenes y que permite obtener imágenes radiográficas en secciones progresivas de la zona del organismo estudiada, y si es necesario, imágenes tridimensionales de los órganos o estructuras orgánicas.

**Cáncer:** Nombre común que recibe un conjunto de enfermedades en las que se observa un proceso descontrolado en la división de las células del cuerpo.

**Dosis efectiva de radiación:** Es la cantidad de milisievert (unidad de medida de radiación mSv) que tiene la probabilidad o posibilidad de tener un efecto (cáncer) en el organismo a largo plazo. Para ello, toma en cuenta la dosis absorbida por los órganos del cuerpo, el daño relativo de daño que puede ser la presencia de cáncer y la sensibilidad de cada órgano a la radiación. La dosis absorbida es la concentración de energía depositada o absorbida en los tejidos del organismo como resultado de la exposición de la radiación ionizante. La dosis equivalente es una cantidad que toma en cuenta las propiedades dañinas de los diferentes tipos de radiación, es el impacto que este tipo de acción tiene en el tejido. La dosis absorbida y la equivalente son numéricamente iguales, las unidades son diferentes: la dosis equivalente es en miliSiervert y la dosis absorbida en mGy.

**Dosis no efectiva de radiación:** Cuando la dosis de radiación ionizante administrada por una TAC es menor a la dosis de radiación efectiva, por lo tanto, no habría la probabilidad o posibilidad de tener un efecto (cáncer) en el organismo a largo plazo.

## CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1 Formulación de hipótesis

Por ser descriptivo, no requiere hipótesis.

### 3.2 Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categoría y sus valores	Medio de verificación
Tipo de TAC	Estudio topográfico axial computarizado	TAC de cráneo , tórax o abdomen	Tipo de estudio	Nominal	Cráneo Tórax Abdomen	Informes TAC
Numero de TAC	TAC de cráneo , tórax o abdomen	Nº de veces que repite el estudio	Nº de veces que repite el estudio	Razón	Número: 1, 2 , 3 , 4	
Dosis efectiva por uso de TAC	Es la dosis de radiación que tiene la probabilidad de la presencia de cáncer de acuerdo al grado de sensibilidad de los órganos del cuerpo	cuantitativa	Dosis de radiación efectiva en Millisievert (mSv) que es la unidad de medida de radiación internacional	Nominal	1. Presencia de dosis de radiación efectiva: • TAC cráneo: 2.3 mSv • TAC tórax: 8 mSv • TAC abdomen: 10 mSv  2. Ausencia de dosis de radiación efectiva: menor a los valores señalados.	Informe TAC
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Cuantitativa	Años	Razón	1 a 14	Historia clínica
				Ordinal	<1año 1 a <5 años 5 a 14	
Sexo	Conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos	Cualitativa		Nominal	Masculino Femenino	Historia clínica
Tiempo de duración de TAC	Tiempo de exposición en minutos a la TAC	Cuantitativa	Minutos	Ordinal	1' a 60 '	Informe TAC

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipos y diseño**

El presente proyecto de investigación es un estudio de tipo cuantitativo, descriptivo, observacional, longitudinal y retrospectivo. Es cuantitativo porque se medirá la magnitud de la presencia de la radiación como factor de riesgo según las evidencias, mediante indicadores cuantitativos. Es descriptivo porque no mide asociación causa efecto.

Es longitudinal o de cohorte único porque se hace un seguimiento a una cohorte de niños en todas las veces que utilizan el TAC de cráneo, abdomen o tórax, y al sumarse todas las dosis efectivas hasta calcular la dosis efectiva acumulada en el año 2019 que nos expresa la posibilidad de riesgo de tener cáncer de acuerdo a las evidencias. Es retrospectivo o histórico porque se tomarán en cuenta los pacientes que han sido atendidos en el Hospital del Niño durante el año 2019, de enero a diciembre.

### **4.2 Diseño muestral**

#### **Población de estudio**

Serán todos los niños a los cuales se les toma TAC en el servicio de Tomografía del Hospital del Niño; aproximadamente, los niños que utilizan TAC en el año son 3000.

#### **Tamaño de muestra**

Este se ha calculado al utilizar el software GRANMO, con un nivel de confianza del 95%, precisión de 5%, una probabilidad de magnitud de radiación acumulada que se comporte como factor de riesgo de 50% según algunos estudios (10), una pérdida por falta de datos de 5% y una población de referencia en el año 2019 de 3000 niños que se hacen TAC, se tiene como resultado un tamaño de 357 pacientes (ver anexo 3).

## **Muestreo**

El muestreo o selección de la muestra, será de tipo probabilístico aleatorio simple, siendo el marco muestral, la base de datos del servicio de tomografía donde están las dosis de radiación recibidas por los niños atendidos en el 2019. La base de datos se incluye en el programa de EPIDAT y se coloca el tamaño de la muestra calculada y el programa, de todos los niños que han utilizado el TAC que aproximadamente son 3000, son seleccionados al azar los 357 que corresponden al tamaño de la muestra calculado.

## **Criterios de selección**

### **Criterios de inclusión**

Historias clínicas de niños con edades de 0 a 14 años de edad que se realizaron  $\geq 1$  TAC en el periodo 2019.

Pacientes con datos sobre la dosis de radiación se encuentren en las historias.

Pacientes hospitalizados no derivados de otros establecimientos.

### **Criterios de exclusión**

Pacientes sin la información requerida en la historia clínica o con datos incompletos.

Antecedentes de carga genética de cáncer y/o con sospecha de tumoraciones.

Pacientes con tratamiento de cáncer.

Pacientes con antecedentes de haberles realizado muchas radiografías de cráneo, tórax o abdomen.

Pacientes con TAC diferentes a TAC de cráneo, tórax y abdomen.

## **4.3 Técnicas y procedimiento de recolección de datos**

Las historias clínicas serán seleccionadas por el EPIDA o por excel, documento que serán ubicados en el archivo institucional, y de ellas se obtendrán los datos demográficos correspondientes a la edad y sexo y datos relacionados a la patología, número y tipo de TAC. Del mismo modo, en el archivo del servicio de radiología se identificarán las fichas de la toma de tomografía de cada niño, de donde se extraerá la cantidad de radiación, la dosis efectiva, la dosis no efectiva y el tiempo de exposición en minutos; así como el número de estudios TAC realizados a cada niño durante el año de realizada la presente investigación.

Los datos obtenidos de ambas fuentes serán recogidos en una ficha de recolección de datos (ver anexo 1).

#### **4.4 Procesamiento y análisis de datos**

Serán procesados al utilizar la base de datos en el programa Microsoft Excel 2015 y programa estadístico de IBM SPSS. Al término del análisis los datos obtenidos se mostrarán en tablas y gráficos para su interpretación.

Las dosis de radiación recibidas por cada niño durante un año se sumarán, luego se determinará el promedio y se calculará la dosis efectiva que será catalogada de acuerdo a la operacionalización de las variables para evaluar las diferencias de proporciones de los niños que tienen una suma de radiación acumulada que según las evidencias se comporta como factor de riesgo de cáncer, las diferencias estadísticas se harán mediante la prueba estadística de Chi cuadrado, y según sexo, edad y patologías y tipo de TAC.

#### **4.5 Aspectos éticos**

Para la presente investigación, no es necesario la realización de la aplicación del consentimiento informado de los participantes. Se garantizará la confidencialidad de los datos recolectados, para ello solo servirá de referencia en la ficha de datos un código del estudio y el número de historia clínica. Por otro lado, se solicitará el permiso respectivo a la Dirección del hospital para realizar dicha investigación.

No existe ningún conflicto de interés con el estudio a realizar, se cuenta con el permiso del servicio de radiología de la institución para recolectar los datos necesarios para el estudio.

## CRONOGRAMA

Pasos	2020 - 2021											
	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Redacción final del proyecto de investigación	X											
Aprobación del proyecto de investigación		X										
Recolección de datos			X	X								
Procesamiento y análisis de datos				X	X							
Elaboración del informe						X						
Correcciones del trabajo de investigación							X	X				
Aprobación del trabajo de investigación								X				
Publicación del artículo científico									X			

## PRESUPUESTO

Para la realización del presente trabajo de investigación, será necesaria la implementación de los siguientes recursos:

<b>Concepto</b>	<b>Monto estimado (soles)</b>
<b>Material de escritorio</b>	300.00
<b>Adquisición de software</b>	500.00
<b>Internet</b>	300.00
<b>Impresiones</b>	400.00
<b>Logística</b>	450.00
<b>Traslados</b>	600.00
<b>TOTAL</b>	<b>2550.00</b>

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ugarte JC, Ugarte D, Jordán J, Gaspar A, Quevedo L, Cerero M, et al. Manual de Tomografía axial computarizada multicorte. 3 ed. La Habana: CIMEQ; 2011. [Internet] Extraído en febrero del 2019. Disponible en: [https://es.slideshare.net/EduardoR5/manual-tomografia-axial-multicorte?qid=dc8918ca-aa89-4cc7-8953-e38759f61ce3&v=&b=&from\\_search=1](https://es.slideshare.net/EduardoR5/manual-tomografia-axial-multicorte?qid=dc8918ca-aa89-4cc7-8953-e38759f61ce3&v=&b=&from_search=1)
2. Mendizabal M A. Radiación ionizante en tomografía computada: un tema de reflexión. Anales de Radiología México 2012;(2):90-97. [Internet] Extraído en febrero del 2019. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2012/arm122d.pdf>
3. Brenner D, Hall E. Computed Tomography An increasing source or radiacion. The New England journal or medecine. 2007; 357 (22): 2277-84. [Internet] Extraído en febrero del 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18046031/>
4. Brody A. Riesgo de radiación de la tomografía computarizada en niños. Pediatrics(Ed esp). 2007;64(3):171-6. [Internet] Extraído en febrero del 2019. Disponible en: <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=13112816>
5. Comité para evaluar los riesgos para la salud de la exposición a bajos niveles de radiación ionizante. Riesgos para la salud de la exposición a bajos niveles de radiación ionizante. Informe Técnico. Washington, DC: Consejo Nacional de Investigación de las Academias Nacionales; 2006. [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <https://www.nap.edu/read/11340/chapter/1>
6. Bosch M, Moriña D, Figuerola J, Barbero I, Muchart J, Lee C, et al. Subtle excess in lifetime cancer risk related to CT scanning in Spanish young people. Medio ambiente Internacional; 120(1-10). Environment International. 2018;120:1-10. [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/326671695\\_Subtle\\_excess\\_in\\_lifetime\\_cancer\\_risk\\_related\\_to\\_CT\\_scanning\\_in\\_Spanish\\_young\\_people#read](https://www.researchgate.net/publication/326671695_Subtle_excess_in_lifetime_cancer_risk_related_to_CT_scanning_in_Spanish_young_people#read)

7. Thorby-Lister , A., Höglér , W., Hodgson , K., Crabtree , N., Nightingale, P., Shaw, N., & Saraff , V. (2018). Cumulative radiation exposure from medical imaging and associated lifetime cancer risk in children with osteogenesis imperfecta. *Bone* , 114:252-256. [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S8756328218302539>
8. Pauwels , E., & Bourguignon , M. (2012). Radiation Dose Features and Solid Cancer Induction in Pediatric Computed Tomography. *Medical Principles and Practice*, 21(6). [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/Fulltext/337404>
9. McDonnell , A., Downing , T., Zhu , X., Ryan , R., Rossano , J., Glatz , A. (2014). Cumulative exposure to medical sources of ionizing radiation un the first year after pediatric transplantation. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 33(11): 1126-1132. [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: [https://www.jhltonline.org/article/S1053-2498\(14\)01150-4/pdf](https://www.jhltonline.org/article/S1053-2498(14)01150-4/pdf)
10. Dorfman , A., Fazel , R., Einstein , A., Applegate , K., Krumholz , H., Wang , Y., et al. (may de 2011). Use of Medical Imaging Procedures With Ionizing Radiation in Children A Population-Based Study. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011 May;165(5):458-64., 165(5): 458-464. [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21199972/>
11. Paterson , A., Frush , D., & Donnelly , L. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *AJR Am J Roentgenol*, 176(2): 297-301. Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11159060/>
12. Pearce , M., Salotti , J., Little, M., McHugh , K., Choonsik , L., Kwang , P., & et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*, 380(9840): 499-505.

Extraído en marzo del 2019. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3418594/>

13. Berrington , A., Mahesh , M., Kim , K., Bhargavan , M., Lewis , R., Mettler , F., & Land , C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med* , 169(22): 2071-7. [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20008689/>
14. Mathews, J., Forsythe, A., & Bardy, Z. Riesgo de cáncer en 680.000 personas expuestas a tomografía en la niñez o en la adolescencia: estudio de interrelación de los datos de 11 millones de australianos. *BMJ*, 346(2360). [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <http://www.evidenciasaludandalucia.es/revisiones/tomografia-computarizada-riesgos-por-radiacion-e-indicaciones-en-ninos-y-adolescentes>
15. Rehani M, M., & Berry, M. Radiation doses in computed tomography. The increasing doses of radiation need to be controlled. *BMJ* , 320(593). [Internet] Extraído en marzo del 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10698858/>
16. Ron, E., Lubin, J., Shore, R., Mabuchi, K., Modan, B., Pottern, L. et al. Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies. *Radiat Res*, 141(3): 259-77. [Internet] Extraído en abril del 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7871153/>
17. Monroy, E., Guzman, D., Santiago, V., Zamarrípe, J., Triveño, R., & Galván, J. Dosis efectiva de radiación en angiotomografías coronarias mediante protocolo de adquisición con gatillado prospectivo y ajuste de potencial de tubo de acuerdo con el índice de masa corporal. *Anales de Radiología*, 1(11-19). [Internet] Extraído en abril del 2019. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2012/arm121c.pdf>
18. Tepper , B., Brice, J., & Hobgood, C. Evaluation or Radiation Exposure to Pediatric Trauma Patients. *The journal of emergency Medicine*, 44(3: 646-652). [Internet]

Extraído en abril del 2019. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736467912012073>

19. Egan , K., Muchow , R., Pepler , W., & Anderson, P. Theoretical breast cancer induction risk from thoracic spine CT in female pediatric trauma patients. *Pediatrics*, 130(6): 1614-20. [Internet] Extraído en abril del 2019. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23184109/>
20. Brambilla, M., De Mauri, A., Lizio, D., Leva, L., Carriero, A., Carpeggiani , C., & Picano, E. (jun de 2014). Cumulative radiation dose estimates from medical imaging in pediatric patients with non-oncologic illnesses. A systematic review. *Physica Medica*, 30(4): 403-412. [Internet] Extraído en abril del 2019. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1120179713004547>
21. Cooper , J., Lodwick, D., Adler , B., Lee , C., Minneci, P., & Decanos, K. Patient characteristics associated with differences in radiation exposure from pediatric abdomen-pelvis CT scans: a quantile regression analysis. *Computers in Biology and Medicine*, 85:7-12. [Internet] Extraído en mayo del 2019. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010482517300896>
22. Meulepas , J., Ronckers , C., Smets, A., Nievelstein , R., Gradowska , P., Lee, C., & et al. Radiation exposure from pediatric CT scans and subsequent cancer risk in the Netherlands. *Journal of the National Cancer Institute*, 111(3): 256-263. [Internet] Extraído en mayo del 2019. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6657440/>
23. Dobson, G., Dalton, A., Nicholson, C., Jenkins , A., Mitchell, P., & Cowie, C. CT scan exposure in children with ventriculo-peritoneal shunts: singlecentre experience and review of the literature. *Child's Nervous System* , 36:591-599. [Internet] Extraído en mayo del 2019. Disponible en:  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00381-019-04345-3>
24. Faith Davis, D. I. (junio de 2011). Exposición de diagnóstico médico a la radiación y riesgo de gliomas. *Radiation Research*, 175(6): 790-796. [Internet] Extraído en

mayo del 2019. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3151669/>

25. Ruido, N. N. DNA antiguo, metodología y daños moleculares. Aproximación al poblamiento del nuevo mundo. Coruña España. [Internet] Extraído en julio del 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10347/2378>

## ANEXOS

### 1. Matriz de consistencia

Título	Pregunta de Investigación	Objetivos	Tipo y Diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento de datos	Instrumento de recolección
Radiación efectiva por examen de Tomografía Axial Computarizada en el Instituto Nacional de Salud del Niño 2019	¿Existe sobredosis de radiación efectiva con peligro de desarrollar neoplasia por uso de TAC en los pacientes atendidos en el Instituto Nacional del Niño durante el año 2019?	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la magnitud radiación efectiva como factor de riesgo de la neoplasia por el uso de TAC en los pacientes atendidos en el Instituto Nacional del Niño durante el año 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describir las principales patologías de cráneo, abdomen y tórax por los que utilizan TAC según edad y sexo.</li> <li>2. Determinar la dosis de radiación efectiva por regiones de cráneo, tórax y abdomen, según sexo, grupos etarios.</li> <li>3. Determinar el tiempo de radiación media según sexo y grupo etarios.</li> <li>4. Determinar la frecuencia de pacientes con riesgo de neoplasia por radiación en función de la dosis efectiva acumulada, según patologías, grupos etarios y sexo</li> </ol>	Estudio observacional, cuantitativo, descriptivo, longitudinal y retrospectivo.	<p><b>Población</b> 3000 niños que reciben TAC anuales en el INSN</p> <p><b>Muestra:</b> 357 niños que reciben TAC en un año</p> <p>Las dosis de radiación recibida en un año por cada paciente se sumarán. Luego se determinará el promedio y se calculará la dosis efectiva</p> <p>Según tipo de variables se usará la prueba Chi cuadrado para comparar diferencias significativas</p>	La recolección de datos mediante una ficha de la fuente las historias clínicas y la fichas TAC realizadas del archivo de radiología

## 2. Instrumento de recolección de datos

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Número de orden: \_\_\_\_\_ (de 1 A 163)

Número de historia clínica: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ años

Grupo etario: Menos de 1 año: \_\_\_\_\_ De 1 a menos de 5 años \_\_\_\_\_

De 5 a 14 años.

Sexo: \_\_\_\_\_ (femenino F, masculino M)

• Tipo de TAC Cráneo ( ) Tórax ( ) Abdomen ( )

• TAC 1: Fecha: \_\_\_\_\_

Patología motivo del TAC: \_\_\_\_\_

Radiación por uso de TAC:

Cantidad \_\_\_\_\_ mSv

Dosis de radiación efectiva: \_\_\_\_\_ Dosis no efectiva \_\_\_\_\_

Tiempo de exposición en minutos: \_\_\_\_\_

• TAC 2: Fecha: \_\_\_\_\_

Patología motivo del TAC: \_\_\_\_\_

Radiación por uso de TAC:

Cantidad \_\_\_\_\_ mSv

Dosis de radiación efectiva: \_\_\_\_\_ Dosis no efectiva \_\_\_\_\_

Tiempo de exposición en minutos: \_\_\_\_\_

- TAC 3: Fecha: \_\_\_\_\_  
 Patología motivo del TAC: \_\_\_\_\_  
 Radiación por uso de TAC:  
 Cantidad \_\_\_\_\_ mSv  
 Dosis de radiación efectiva: \_\_\_\_\_ Dosis no efectiva \_\_\_\_\_  
 Tiempo de exposición en minutos: \_\_\_\_\_
- TAC 4: Fecha: \_\_\_\_\_  
 Patología motivo del TAC: \_\_\_\_\_  
 Radiación por uso de TAC:  
 Cantidad \_\_\_\_\_ mSv  
 Dosis de radiación efectiva: \_\_\_\_\_ Dosis no efectiva \_\_\_\_\_  
 Tiempo de exposición en minutos: \_\_\_\_\_
- TAC 5: Fecha: \_\_\_\_\_  
 Patología motivo del TAC: \_\_\_\_\_  
 Radiación por uso de TAC:  
 Cantidad \_\_\_\_\_ mSv  
 Dosis de radiación efectiva: \_\_\_\_\_ Dosis no efectiva \_\_\_\_\_  
 Tiempo de exposición en minutos: \_\_\_\_\_

**DOSIS EFECTIVA ACUMULADA EN MSV** \_\_\_\_\_

**RIESGO BAJO:** \_\_\_\_\_ (50 A 100 mSv)

**RIESGO ALTO:** \_\_\_\_\_ (> 100 mSv)

### 3. Calculadora de tamaño muestral



## Calculadora de Tamaño muestral GRANMO

Versión 7.12 Abril 2012

Català Castellano English

### Proporciones : Estimación poblacional

Nivel de confianza:  0.95  0.90  Otro

Población de referencia (Intro => Se asume una población infinita):

Estimación de la proporción en la población:

Precisión de la estimación para el nivel de confianza seleccionado:

Proporción estimada de reposiciones necesarias:

**calcula**  Limpia resultados  Limpia todo  Selecciona todo  Imprimir

28/05/2020 14:09:31 Estimación poblacional (Proporciones)

Una muestra aleatoria de 357 individuos es suficiente para estimar, con una confianza del 95% y una precisión de +/- 5 unidades porcentuales, un porcentaje poblacional que previsiblemente será de alrededor del 50%. En porcentaje de reposiciones necesaria se ha previsto que será del 5%.

### Proporciones

- Dos proporciones independientes
- Observada respecto a una de referencia
- Medidas apareadas (repetidas en un grupo)
- Bioequivalencia
- Estimación poblacional**
- Odds ratio (Estudios de Casos-Controles)
- Riesgo relativo (Estudios de Cohorte)
- Potencia de un contraste

### Medias

### Otras