



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

Tesis para optar al título de especialista en radiología

**Evaluación de las indicaciones de las tomografías computarizadas de
cráneo en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital Infantil Manuel
de Jesús Rivera, Enero-Mayo 2019.**

Autora

Dra. Leydin Lestania Alfaro Castellón
Residente De III Año De Radiología

Tutor

Dr. Jorge Luis Silvétiz Alemán
Especialista en Radiología e imagen.

Asesor metodológico

Dr. Steven Cuadra, MD., Msc., LicMed, PhD

FEBRERO 2020

DEDICATORIA

A DIOS; nuestro y padre y redentor, por ofrecer la oportunidad de estudiar en esta universidad una carrera de gran empeño, que nos ayudara a desarrollarnos profesional y socialmente. Y que gracias a sus bendiciones adquirí la fuerza necesaria para culminar con éxito esta tesis.

A MI MAMA, JOSEFA DEL CARMEN ALFARO; la cual es mi eje y centro de apoyo. A ella porque ha sabido acompañarme fielmente y con gran sacrificio; para verme realizar mi sueño, brindándome su amor incondicional. Sin ella no podría haber llegado hasta esta etapa (Especialista en radiología) de mi formación.

A NUESTROS TUTORES: Dr. Jorge Luis Silvétiz Alemán, Dr. Steven Cuadra, quienes supieron guiarme en la realización de este trabajo, brindándonos tiempo, conocimiento y experiencia. Para la formación de esta Tesis.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, fuerza e iluminación en el sendero del estudio, por darnos perseverancia y sabiduría.

A MI MAMA; por brindarme su apoyo incondicional en la elaboración mi tesis.

A NUESTROS TUTORES, por dedicarnos tiempo, en su elogiabile labor y corregirnos mediante la ciencia y sus experiencias, para llevar a cabo este trabajo.

A TODAS, las personas que directa e indirectamente colaboraron a que se realizara este documento.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar las indicaciones de las tomografías computarizadas de cráneo en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, entre enero y Mayo 2019, se llevó a cabo un estudio retrospectivo en que se revisaron 304 estudios tomográficos indicados durante el período de estudio. Se observó una proporción considerable de abuso de este tipo de estudio de imagen y un sometimiento innecesario en muchos casos a mayor radiación a los pacientes pediátricos, especialmente a los grupos de mayor riesgo (< 1 año). Los hallazgos sugieren una tasa de resultados patológicos inferior a lo observado en series internacionales. Se observó una asociación significativa entre el resultado de la TC de cráneo, el grupo de edad (de riesgo) y mayor exposición (uso de fase contrastada), en pacientes pediátricos. De forma general, también se encontró una asociación entre la justificación de la indicación y el resultado patológico de la TC de cráneo. Si el estudio estaba suficientemente justificado en la orden de solicitud el porcentaje de TC con resultado patológico era el doble de lo observado en los casos en los que el estudio estaba insuficientemente justificado

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	6
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
IV. OBJETIVOS.....	9
V. MARCO TEÓRICO	10
VI. DISEÑO METODOLÓGICO.....	19
VII. RESULTADOS	25
VIII. DISCUSIÓN	27
IX. CONCLUSIONES	30
X. RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS.....	36

I. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de escáneres de tomografía computarizada (TC) ha aumentado rápidamente en la mayoría países en las últimas dos décadas, lo que en la mayoría de los casos se ha traducido en un rápido aumento del número de escáneres realizados anualmente.

Las indicaciones de la tomografía computarizada, la naturaleza de los servicios prestados en los hospitales y la creciente población atendida en las unidades hospitalarias, han determinado la adopción de esta tecnología de diagnóstico en los hospitales y, por lo tanto, la tendencia al alza en los escáneres realizados(De Basea et al., 2016).

Se ha observado un mayor uso de los exámenes de TC de dosis altas, como el TC de la cabeza (incluidos los de cuello) en edades pediátricas. Esta región anatómica representa por ejemplo, el 76% de las exploraciones en los Estados Unidos (Schauer & Linton, 2009) y el 90,9% en Inglaterra (Hart, Wall, Hillier, & Shrimpton, 2010) entre las exploraciones por TC realizadas en niños y jóvenes. Sin embargo, debido a la posibilidad de una mayor exposición a la radiación para los niños sometidos a estas exploraciones, la TC pediátrica es un problema de salud pública (Feigal, 2002; Ghoshhajra et al., 2014; Miglioretti et al., 2013; Pinto & Becker, 1977).

A pesar de los muchos beneficios de la TC, una desventaja es la inevitable exposición a la radiación. Se ha estimado que las tomografías computarizadas comprenden hasta aproximadamente el 12 por ciento de los procedimientos radiológicos de diagnóstico en los grandes hospitales (Sierzenski et al., 2014). Por otro lado, representan aproximadamente el 49 por ciento de la dosis de radiación colectiva de la población. De todos los exámenes médicos de rayos X. TC es el mayor contribuyente a la exposición a la radiación médica entre la población (Feigal, 2002; Goodman, Mustafa, & Rowe, 2019).

Las tomografías computarizadas emiten radiación, que puede aumentar el riesgo de cáncer. Los niños, y especialmente los bebés, tienen mayores riesgos porque sus cerebros aún se están desarrollando (Miglioretti et al., 2013; Toma et al., 2019).

Por otro lado las tomografías computarizadas innecesarias pueden conducir a más pruebas y tratamientos, incrementado los riesgos (Domenech, 2017; Gupta & Upreti, 2017).

La información en países como Nicaragua es escasa. En este contexto el propósito del presente estudio fue evaluar las indicaciones de las tomografías computarizadas de cráneo en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, Enero-Mayo 2019.

ANTECEDENTES

Estudios internacionales

Gariepy et al (2019) estimaron el posible uso excesivo de la TC de la cabeza en dos departamentos de emergencias canadienses. Los investigadores realizaron una revisión retrospectiva de niños atendidos en 2016 en un centro de traumatología pediátrico de nivel I (sitio 1) y en un centro de trauma general de nivel II (sitio 2). Se evaluó la idoneidad del uso de la TC de la cabeza de acuerdo con la regla PECARN en un subconjunto aleatorio de 203 niños de 1,546 elegibles, menores de 17 años consultados durante el período de estudio, que se presentaron con trauma en la cabeza.. De los 203 casos seleccionados al azar por entorno, 16 (7,9%) y 24 (12%), respectivamente de los sitios 1 y 2, se realizaron una TC de la cabeza. Según la regla PECARN, se estimó que el uso excesivo para el grupo más joven (<2 años) es inferior al 3% para ambos hospitales sin diferencias significativas entre ellos. Para el grupo de más edad (≥ 2 años), la tasa de uso excesivo fue mayor en el sitio 2 (9.3%, intervalo de confianza [IC] del 95%: 4.8 a 17% versus 1.2%, IC del 95%: 0.2 a 6.5%, $P = 0.03$) (Gariepy et al., 2019).

Jayshree y Guneshwar (2016), publicaron los resultados de una investigación cuyo propósito fue resaltar el papel de la TC en pacientes pediátricos y el riesgo involucrado. El estudio se llevó a cabo retrospectivamente durante un período entre agosto de 2014 y junio de 2016 en el Departamento de Radiodiagnóstico, Instituto de Ciencias Médicas Jawaharlal Nehru, Imphal, Manipur en India. La tomografía computarizada de la cabeza fue el procedimiento más comúnmente realizado y se realizó principalmente para traumatismos craneales. En el 11.6% e los casos, hubo fractura ósea y hemorragia interna en el 2.47 por ciento. Se observó lesión del cuero cabelludo sin afectación ósea en el 18.02 por ciento de los casos y en el 60.25 por ciento de los casos no se detectaron anomalías. Los autores concluyeron que la tomografía computarizada detecta fracturas de cráneo o sangrado en el cerebro con alto grado de precisión. Sin embargo, los niños, especialmente los bebés, tienen cerebros en desarrollo, por lo que el uso nocivo de la tomografía computarizada aumenta el riesgo de cáncer debido a la radiación ionizante (Jayshree & Singh, 2016).

Mota et al (2011) publicaron un artículo titulado “El uso y abuso de la tomografía computarizada de cráneo en la Consulta Externa pediátrica neurológica”, con el objetivo de describir las indicaciones más frecuentes de la realización de la tomografía computarizada (TC) de cráneo en pacientes pediátricos. Se revisaron los estudios de TC de cráneo y sus indicaciones realizadas de enero de 2008 a marzo de 2010 en el Departamento de Radiología e Imagen de la Unidad de Especialidades Médicas de la Secretaria de la Defensa Nacional, en México. Se revisaron un total de 668 estudios de TC de cráneo en pacientes pediátricos (rango de edad: 1 mes a 18 años): 403 (60.3%) pacientes fueron del género masculino y 265 (39.7%) del femenino. Las indicaciones más frecuentes para la realización de TC de cráneo fueron cefalea en estudio (39.1%), crisis convulsivas/epilepsia (32.3%), investigar anormalidad estructural (13.9%), retardo en el neurodesarrollo (10%) y trastorno por déficit de atención e hiperactividad (4.9%). Sólo 5% de los estudios de TC de cráneo fueron anormales. Los autores concluyeron que una minoría de los pacientes de este estudio tuvo un resultado de TC anormal con hallazgos que potencialmente cambiaran el proceso de la toma de decisiones (Motta-Ramírez, Jiménez-Parra, Limas-Santos, Álvarez-Flores, & del Carmen Solis-Vargas, 2011).

Estudios en Nicaragua

Segovia et al (2015) realizaron el estudio “Correlación entre los hallazgos clínicos y radiográficos con las indicaciones de la tomografía en los pacientes pediátricos, con trauma cráneo encefálicos que asisten al Hospital Escuela Alejandro Dávila Bolaños durante el periodo de enero del 2012 a enero 2014, con el objetivo de evaluar la asociación clínica y radiológica de los traumas cráneo encefálico, con la indicación de tomografía a los niños entre las edades de 1mes de vida a los 12 años. El estudio fue de tipo descriptivo y de corte transversal, retrospectivo para lo cual se tomó una muestra de 46 niños de ambos sexos, se procedió a elaborar un ficha para la obtención de los datos con variables de acuerdo a los objetivos propuestos, los datos fueron obtenidos a partir de los expedientes clínicos con el debido permiso de las autoridades del hospital (Pino & Segovia, 2015).

Los principales resultados fueron los siguientes: la edad más frecuente fue de 5 a 7 años, la mayoría perteneció al sexo masculino, en el cuadro clínico el vómito fue el síntoma

más frecuente, seguido de cefalea y pérdida de la conciencia, en la escala de Glasgow los traumas leves fueron los más comunes, la mayoría de los hallazgos tomográficos resultaron normal, ante los resultados se hacen las principales recomendaciones hacer una valoración médica integral para el paciente y así evitar estudios innecesarios y de poca utilidad para el diagnóstico y de esta manera minimizar los costos para la institución y la sociedad en su conjunto (Pino & Segovia, 2015).

Salinas et al (2017) publicaron una tesis titulada “Hallazgos de la tomografía computarizada de cráneo en pacientes pediátricos con cefalea, tendidos en el hospital Manuel de Jesús Rivera La Mascota, de enero a junio del 2016”. Los autores llevaron a cabo un estudio descriptivo de corte transversal, en 90 pacientes pediátricos que acudieron al hospital aquejando cefalea de larga Evolución. El hallazgo tomográficos más frecuente fue sinusitis. En el 100% de pacientes la cefalea se clasificó como primaria. El tiempo de evolución de la cefalea fue menor de 1 mes para un 37,8%. Como diagnostico presuntivo predominante fue el tumor cerebral con un 72,2%. Sólo un 33,3% de tomografías estuvieron adecuadamente indicadas. Los investigadores concluyeron que más de la mitad de tomografías más de la mitad de tomografías de cráneo realizadas en los pacientes pediátricos resultaron normales, sin aportar hallazgos relevantes para el diagnóstico de la cefalea (Salinas Castro, 2017).

II. JUSTIFICACIÓN

Importancia clínica

La población pediátrica es especialmente vulnerable a la radiación por TC. Muchos órganos en niños son más sensibles a la inducción de cáncer; por otro lado, reciben una dosis absorbida más alta debido a la talla; y con más años de vida por delante, el riesgo de cáncer a lo largo de la vida también es mayor. Se estima que el riesgo de mortalidad por cáncer de por vida atribuible a la exposición a la radiación de una sola TC abdominal en un niño de 1 año de edad es 1 en 550 y para una TC de cráneo es 1 en 1500. En este sentido, es relevante analizar el uso y exposición a radiación a través de TC de cráneo en la población pediátrica que asiste el principal hospital infantil en Nicaragua.

Importancia clínica

Los principios de protección radiológica para exposiciones médicas exigen la evaluación periódica del uso de la TC en pediatría y la sustitución por otras técnicas de diagnóstico que no involucren radiación ionizante, cuando sea posible, garantizando un diagnóstico preciso sin comprometer la salud del paciente. El monitoreo del uso de TC es importante para actualizar los criterios de adecuación para la imagen de radiación ionizante. La evaluación del uso de la TC a lo largo del tiempo y la caracterización de los pacientes remitidos para la TC debe ser considerada una tarea prioritaria en Nuestro medio. El presente estudio contribuirá con información relevante que permita diseñar estrategias efectivas para minimizar la exposición a la radiación por TC para niños y a la vez se espera estimular una discusión crítica sobre el tema, particularmente un llamado a considerar un enfoque de riesgo versus beneficio.

Importancia institucional

Además de los riesgos para la salud, existen implicaciones económicas para el uso excesivo de CT. La implementación de reglas y protocolos de decisión para el uso de CT podría conducir a un ahorro sustancial de costos de atención en salud.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Caracterización

En los años venideros, el uso excesivo de modalidades de imágenes de dosis más altas, como la TC, puede llevar a una carga de salud de la población irracional por los cánceres inducidos por la radiación. Es esencial que se realicen tomografías computarizadas médicamente indicadas valorando riesgo beneficio, especialmente en la población pediátrica.

Delimitación

En Nicaragua la información disponible es limitada, y los estudios realizados sugieren un abuso de la tomografía, pero se desconoce la magnitud del uso de la TC de cráneo en población pediátrica.

Formulación:

Ante esta situación nos planteamos el siguiente problema de investigación

¿Cómo han sido las indicaciones de las tomografías computarizadas de cráneo en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, Enero-Mayo 2019.

Sistematización

¿Cuáles son las características generales de los pacientes pediátricos, área de procedencia y especialidad que indica el estudio tomográfico, en el grupo en estudio?

¿Cuáles son las indicaciones más frecuentes para uso de TC de cráneo y la proporción de estudios de imagen insuficientemente justificados en la orden de solicitud, en el grupo en estudio?

¿Cuál es la frecuencia de casos con mayor exposición a radiación (uso de fase simple y contrastada) por TC de cráneo, global y según grupos de edad y sexo?

¿Cuál es la frecuencia de resultado tomográficos patológicos y no patológicos, en el grupo en estudio, global y según grupos de edad y sexo?

¿Cuál es la asociación entre el resultado tomográfico y la directriz de indicación de la TC y la proporción de casos clasificados como abuso o indicación inadecuada de la tomografía, en los pacientes en estudio?

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar las indicaciones de las tomografías computarizadas de cráneo en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera, Enero-Mayo 2019.

Objetivos específicos

1. Conocer las características generales de los pacientes pediátricos, área de procedencia y especialidad que indica el estudio tomográficos, en el grupo en estudio.
2. Identificar las indicaciones más frecuentes para uso de TC de cráneo y la proporción de estudios de imagen insuficientemente justificados en la orden de solicitud, en el grupo en estudio.
3. Establecer la frecuencia de casos con mayor exposición a radiación (uso de fase simple y contrastada) por TC de cráneo, global y según grupos de edad y sexo.
4. Describir la frecuencia de resultado tomográficos patológicos y no patológicos, en el grupo en estudio, global y según grupos de edad y sexo.
5. Determinar la asociación entre el resultado del estudio tomográfico y los patrones de utilización de la TC y la proporción de casos clasificados como abuso o indicación inadecuada de la tomografía, en los pacientes en estudio.

V. MARCO TEÓRICO

Radiación y riesgo

El riesgo de exposición a la radiación de las imágenes médicas de diagnóstico es bajo. Sin embargo, ya que los mecanismos para las respuestas celulares adaptativas a bajas dosis de radiación siguen sin estar claros, este riesgo se supone acumulativo durante toda la vida. Existen incertidumbres considerables en la estimación del riesgo de radiación a dosis bajas, y esto lleva a una gama de interpretaciones sobre el riesgo, como lo demuestran los comentarios recientes en este Journal sobre el uso de la TC (Dougeni, Faulkner, & Panayiotakis, 2012; Feigal, 2002; Ghoshhajra et al., 2014).

Existe evidencia irrefutable de estudios epidemiológicos de que la exposición a la radiación ionizante a dosis altas se asocia con un aumento en la incidencia y la morbilidad del cáncer. Sin embargo, cuantificar el riesgo de una dosis baja (la dosis de una sola tomografía computarizada es inferior a 100 mSv) es complejo y polémico. Los estudios de poblaciones expuestas a estas dosis bajas son inherentemente difíciles de recopilar, debido a la necesidad de tamaños de muestra suficientes y un seguimiento exhaustivo para tener en cuenta la latencia del cáncer inducida por la radiación. Es extremadamente difícil observar los efectos cancerígenos débiles de la radiación por encima de la alta incidencia natural de cáncer con alguna significación estadística y, en consecuencia, los riesgos a niveles muy bajos de exposición pueden nunca conocerse con precisión. A pesar de estas limitaciones, los estudios epidemiológicos observacionales siguen siendo en gran medida la base para la modelización del riesgo de radiación (Hardman, Rominiyi, King, & Snelson, 2019; Kirsch et al., 2011; Menoch, Hirsh, Khan, Simon, & Sturm, 2012; Miglioretti et al., 2013).

El estudio epidemiológico más importante es el estudio Life Span Cooperative Study (LSS) de Japón y los Estados Unidos de los sobrevivientes de bombas atómicas japonesas, debido a la gran cohorte expuesta, incluidos hombres, mujeres y niños, y al extenso seguimiento a largo plazo que se ha realizado. El modelo más ampliamente aceptado de estimación del riesgo de dosis bajas utilizando evidencia científica actual se basa

predominantemente (pero no únicamente) en datos de LSS, con una extrapolación lineal de los riesgos a dosis altas sin umbral (Ozasa, Grant, & Kodama, 2018).

Los argumentos contra el uso de este modelo continúan, y hay alguna evidencia de efectos protectores de bajas dosis de radiación, o una respuesta hormética, pero estos aún no se han confirmado a través de estudios epidemiológicos (Osmond et al., 2010; Pinto & Becker, 1977; Sierzenski et al., 2014).

Recientemente se ha publicado el primer vínculo epidemiológico entre el riesgo de cáncer y las bajas dosis de radiación de las tomografías computarizadas realizadas en niños y adultos jóvenes (Toma et al., 2019). Estos datos apoyan firmemente un modelo lineal de dosis-respuesta y ningún umbral en la región de dosis baja. Los riesgos son ampliamente consistentes con los recomendados en el sistema internacional de protección radiológica. A pesar de la falta de evidencia epidemiológica extensa, el modelo lineal sin umbral (LNT) sigue siendo el supuesto más razonable con respecto a la relación dosis-respuesta a niveles bajos (Gupta & Upreti, 2017; Toma et al., 2019).

En el informe VII de Efectos biológicos de la radiación ionizante (BEIR) se proporciona un marco para estimar el riesgo atribuible teórico de vida (LAR) debido a bajas exposiciones a la radiación. La estimación del riesgo se basa predominantemente en datos de LSS, aunque otras cohortes médicamente expuestas también se tuvieron en cuenta para evaluar el desarrollo del cáncer de mama y tiroides (Domenech, 2017). Existen incertidumbres considerables en la metodología BEIR VII, debido a la extrapolación de los datos del LSS a situaciones de baja dosis total y baja exposición a la tasa de dosis, transportando los riesgos de la población japonesa a otras etnias y la variabilidad del muestreo en las estimaciones de los parámetros del modelo para los datos del LSS. Sin embargo, los LAR dependientes de la edad, el sexo y el sitio son el mejor método disponible actualmente para estimar el detrimento de las situaciones de exposición en las que las dosis difieren sustancialmente en todo el cuerpo, como es el caso de las exposiciones de imágenes médicas (Domenech, 2017).

En el informe BEIR VII, las tasas de todas las incidencias de cáncer atribuibles a la radiación son aproximadamente el doble de las tasas de mortalidad. El riesgo depende del sexo y la edad a la que se produjo la exposición. Los niños son considerablemente más

susceptibles a la radiación que los adultos porque sus células son más rápidas divididos y aún no maduros, y tienen más años de vida restante en los que puede aparecer un cáncer inducido por radiación. Por ejemplo, el riesgo de cáncer mortal inducido por radiación de la misma magnitud de exposición para una niña de 10 años es el doble del riesgo para una mujer de 30 años, y más de cinco veces el riesgo para una niña de 80 años. -anciana. Sin embargo, un estudio reciente sugiere que los riesgos en la mediana edad pueden haber sido subestimados, y esto puede justificar su consideración en el futuro (Domenech, 2017).

Definir lo que es aceptable en términos de riesgo siempre será un desafío. La naturaleza humana tiende a la reacción exagerada cuando se presenta un riesgo pequeño, mientras que los riesgos más grandes, como morir de cáncer de pulmón debido al tabaquismo, a menudo se minimizan. Es complejo justificar las imágenes, ya que potencialmente proporciona un beneficio inmediato para un problema de salud actual, sin embargo es necesario, debido a que los efectos de la radiación son posibles riesgos futuros.

TC pediátrica

En países con sistemas de atención médica avanzados, el número de estudios de diagnóstico realizados cada año que usan radiación ionizante es mayor a uno por persona. Se estima que a nivel mundial, el número de exámenes de CT aumenta aproximadamente un 9% cada año, y aunque no muestra la misma tasa de crecimiento, la tasa de imágenes de CT para niños también está aumentando (Goodman et al., 2019; Kirkham, 2016; Mohan et al., 2013; Savitsky & Votey, 2000).

La resonancia magnética (MRI) demuestra un crecimiento continuo en los últimos años. El aumento en el uso de CT se puede atribuir en parte a los avances tecnológicos que permiten tiempos de exploración más rápidos y, por lo tanto, a una mayor factibilidad de usar CT para exploraciones en pacientes que no cooperan, jóvenes y / o enfermos (Goodman et al., 2019; Kirkham, 2016; Mohan et al., 2013; Savitsky & Votey, 2000).

En 2001, una serie de artículos generó una considerable cobertura mediática en los EE. UU. Sobre los riesgos para los niños de la tomografía computarizada. Una realización importante fue que los protocolos de CT para adultos a veces se usaban en niños, sin un ajuste

apreciable de los parámetros según el tipo de examen o la edad del paciente (Goodman et al., 2019; Gupta & Upreti, 2017; Toma et al., 2019).

Como resultado de un mayor enfoque en la TC pediátrica, en 2007 se formó una Alianza para la Seguridad Radiológica en Imágenes Pediátricas a nivel mundial. Las recomendaciones clave de la Alianza, a través de su campaña Image Gently, son escanear solo cuando sea necesario; reducir o "tamaño infantil" la cantidad de radiación utilizada; escanee solo la región indicada; y escanee una vez (el escaneo multifásico generalmente no es necesario en niños) (Goodman et al., 2019; Gupta & Upreti, 2017; Toma et al., 2019).

Estos puntos capturan la base para la reducción de la dosis en la TC pediátrica y los principios de protección contra la radiación de optimización y justificación. El referente puede influir en el proceso de optimización, aunque es predominantemente responsabilidad de la práctica que realiza el examen e involucra un equipo multidisciplinario de radiólogos, radiógrafos y físicos. La justificación inicial para el escaneo es responsabilidad del referente.

Justificando el uso o indicación de la TC

Un examen de CT para un niño individual está justificado si existe una probabilidad razonable de que produzca un beneficio para la salud o informe al manejo del paciente. De lo contrario, el niño solo recibe los posibles efectos perjudiciales de la radiación. La población obtiene una ventaja cuando los beneficios para la salud positivos sumados de aquellos cuyo manejo está influenciado positivamente por las imágenes son mayores que los efectos perjudiciales sumados (Kirkham, 2016; Kuppermann, 2008; Mohan et al., 2013; Parmar & Ibrahim, 2012; Savitsky & Votey, 2000).

La población también se beneficia de la capacidad de diagnóstico por imágenes para identificar quién puede necesitar intervención de salud y, por lo tanto, permite la asignación adecuada de recursos de salud. Los efectos positivos netos del examen de TC serán mayores cuando el médico remitente aplique el principio de justificación para garantizar que no se realicen estudios innecesarios. Se logrará un beneficio neto adicional de la población cuando los estudios realizados se limiten a la región corporal requerida y optimizado para calidad de imagen y dosis (Goodman et al., 2019; Gupta & Upreti, 2017; Kirkham, 2016).

El principio de justificación aplicado a las situaciones de exposición médica a la radiación requiere que el médico remitente y el radiólogo evalúen los beneficios potenciales del procedimiento frente a los riesgos del detrimento de la radiación para garantizar que haya un beneficio neto para la población (Goodman et al., 2019; Gupta & Upreti, 2017; Kirkham, 2016).

El médico debe considerar objetivo de la exposición y el individuo involucrado. Se deben verificar las imágenes previas para ver si ya se ha adquirido la información de diagnóstico requerida. También se deben considerar procedimientos alternativos que no involucren radiación ionizante, como resonancia magnética o ultrasonido, especialmente para las imágenes de seguimiento (Goodman et al., 2019; Gupta & Upreti, 2017; Kirkham, 2016).

Existen numerosas razones por las cuales se pueden realizar exploraciones innecesarias, incluida la medicina defensiva (miedo a litigar por no realizar una tomografía computarizada); presión del público para usar exámenes de "alta tecnología"; mayor disponibilidad y acceso a CT en comparación con las modalidades de radiación no ionizante; y, en algunos casos, existe un incentivo financiero para realizar más tomografías computarizadas.

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) declara que la justificación es responsabilidad compartida del clínico solicitante y el radiólogo. Si no se utilizan las oportunidades para educar a los médicos de referencia sobre solicitudes inapropiadas, esta falta de conocimiento también puede contribuir al crecimiento en el uso de la TC (Domenech, 2017; Goodman et al., 2019; Kuppermann, 2008; Toma et al., 2019).

Se ha sugerido que se obtenga el consentimiento informado para niños y adultos jóvenes sometidos a exámenes de TC. Otros autores comentan sobre la dificultad de obtener el consentimiento, porque el riesgo de radiación depende de la edad y es acumulativo, o debido a la posibilidad de que un padre rechace una tomografía computarizada justificada (Domenech, 2017; Goodman et al., 2019; Kuppermann, 2008; Toma et al., 2019).

Un estudio encuestó a padres de niños sometidos a tomografías computarizadas, antes y después de proporcionar un folleto sobre seguridad radiológica, y descubrió que las

tasas de consentimiento para las tomografías computarizadas no cambiaron (Karpas, Finkelstein, & Reid, 2013).

La toma de decisiones informadas y los recursos de apoyo pueden ser una alternativa viable al consentimiento informado.

Criterios del Colegio Americano de Radiología para evaluación de la adecuada solicitud e indicación de estudios tomográficos en pediatría

La solicitud escrita o electrónica de TC de cráneo debe proporcionar información suficiente para demostrar la necesidad médica del examen y permitir su correcto desempeño e interpretación (Radiology, 2018).

La documentación que satisface la necesidad médica incluye:

- 1) signos y síntomas y / o
- 2) antecedentes relevantes (incluidos los diagnósticos conocidos).

La información adicional sobre la razón específica para el examen o un diagnóstico provisional es útil y, en ocasiones, puede ser necesaria para permitir la correcta realización e interpretación del examen.

Indicaciones

La TC de cráneo es superior a la resonancia magnética (MRI) para la evaluación de estructuras óseas, hemorragia intracraneal aguda y la detección de calcificación, que puede ser importante para la identificación de una anomalía o para el refinamiento de un diagnóstico diferencial.

La tomografía computarizada del cerebro es suficiente y diagnóstica en muchas circunstancias clínicas, como en traumatismos agudos, hemorragia intracraneal no traumática, evaluación del mal funcionamiento de la derivación y seguimiento postoperatorio

seleccionado. Sin embargo, la TC es menos útil para ciertas afecciones, como afecciones sutiles neoplásicas, infecciosas o inflamatorias que afectan los nervios craneales, el parénquima cerebral y las meninges.

En combinación con la historia clínica y los hallazgos del examen físico, la TC del cerebro es una herramienta de detección útil para indicaciones como cambios agudos del estado mental, convulsiones, déficit neurológico agudo, dolor de cabeza agudo y dolor de cabeza no agudo con hallazgos neurológicos.

La TC es útil como modalidad de detección de la presencia de neoplasias y efectos de masa, particularmente en combinación con contraste intravenoso.

De acuerdo a la ACR, las indicaciones para la TC de cráneo incluyen, entre otras, las siguientes (Radiology, 2018):

A. Indicaciones primarias

1. Traumatismo craneoencefálico agudo
2. Sospecha de hemorragia intracraneal aguda
3. Enfermedad oclusiva vascular (aguda y crónica) o vasculitis (incluido el uso de angiografía y / o venografía por TC)
4. Evaluación de aneurismas
5. Detección o evaluación de calcificación
6. Evaluación postoperatoria inmediata después del tratamiento quirúrgico de un tumor, hemorragia intracraneal o lesiones hemorrágicas
7. Lesiones vasculares tratadas o no tratadas
8. Cambio de estado mental
9. Aumento de la presión intracraneal
10. Dolor de cabeza

11. Déficits neurológicos agudos
12. Sospecha de infección intracraneal
13. Sospecha de hidrocefalia
14. Ciertas lesiones congénitas del cráneo y el cerebro (como, entre otras, craneosinostosis, macrocefalia y microcefalia)
15. Evaluación de los trastornos psiquiátricos
16. Hernia cerebral
17. Sospecha de masa o tumor
18. Orientación de TC e integración de imágenes para procedimientos neuroquirúrgicos, neurointervencionistas y otros procedimientos terapéuticos
19. Ciertas lesiones del cráneo (como, entre otras, displasia fibrosa, enfermedad de Paget, histiocitosis, lesiones osteolíticas y tumores esqueléticos)

B. Indicaciones secundarias

1. Cuando la RM no está disponible o está contraindicada, o si el médico supervisor determina que la TC es apropiada
2. Diplopia
3. Disfunción del nervio craneal
4. Convulsiones
5. Apnea
6. Síncope
7. Ataxia
8. Sospecha de enfermedad neurodegenerativa
9. Retraso en el desarrollo

10. Disfunción neuroendocrina
11. Toxicidad del fármaco
12. Anormalidades morfológicas cerebrales congénitas
13. Traumatismos craneales abusivos e investigaciones forenses postmortem
14. Muerte cerebral
15. Sospecha de mal funcionamiento de la derivación o revisiones de la derivación

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

Área y período de estudio

El estudio se llevó cabo en el servicio de imagenología del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera la Mascota, entre los meses de enero a mayo del 2019.

Tipo de estudio

De acuerdo al método de investigación el presente estudio es observacional (Piura, 2006). De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es retrospectivo, por el período y secuencia del estudio es transversal. De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista 2014, el tipo de estudio es no correlacional.

Según el análisis y alcance de los resultados el estudio es descriptivo (Canales, Alvarado y Pineda, 1996).

Enfoque del estudio

De acuerdo al enfoque de la presente investigación, por el uso de los datos cuantitativos y análisis de dicha información cuantitativa, así como su integración holística-sistémica, esta tesis monográfica se realizó mediante la aplicación de un enfoque cuantitativo de investigación.

Unidad de análisis.

Tomando como referencia los objetivos del estudio y su alcance, la unidad de análisis de la presente investigación corresponde a la persona o sujeto de estudio, es decir cada paciente pediátrico en quien se realizó una Tc de cráneo.

Universo (Población)

El universo corresponde a todos los pacientes pediátricos <14 años, en quienes se indicó realización de tomografía computarizada de cráneo (TC) (n=789), según los registros hospitalarios durante el período de estudio.

Muestra

Para determinar el tamaño de muestra mínimo requerido, se utilizó la siguiente fórmula muestral para estimar una proporción en una población, a través del programa Power and Sample Size Calculator (2016):

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Se aplicaron los siguientes criterios:

Total de la población (N)	789
Nivel de confianza o seguridad (1- α): Z (1.96)	95%
Precisión (d)	5%
Proporción (valor aproximado del parámetro que queremos medir): P	50%
q=1-p	
TAMAÑO MUESTRAL (n)	304

Tipo de muestreo

El tipo de muestreo que se utilizó fue aleatorio simple. En primer lugar se elaboró un listado del número total de 789 casos identificados por sus hojas de reporte tomográfico.

Posteriormente se asignó un único número o código a cada caso y se introdujo dicho código en una base de datos de SPSS, y se aplicó un comando de selección aleatoria de 304 casos a partir de los 789 casos que fueron introducidos en la base.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Pacientes pediátricos (<14 años)
- Atendido en el período de estudio
- Realización de TC de cráneo.

Criterios de exclusión:

- Hoja de solicitud de tomografía no disponible
- Resultado de lectura de tomografía no disponible
- Imagen de tomografía no disponible
- Expediente no disponible

Técnicas y procedimientos para recolectar la información

A partir de la integración metodológica antes descrita se aplicó la siguiente técnica cuantitativa de investigación, que consiste en el llenado de una guía o formulario (ficha de recolección estructurada y previamente diseñada) a partir de la revisión de las hojas de solicitud de estudio y reporte tomográfico.

Diseño del instrumento de recolección

En un primer momento se elaboró una propuesta de instrumento basado en la revisión de la literatura y en la opinión de expertos en la temática para identificación de otras variables relevantes, clasificación de dichas variables y formas de categorización.

Posteriormente se validó el instrumento a través de una prueba piloto con 5 casos de pacientes pediátricos y se hizo una revisión y modificación del instrumento tomando en cuenta los hallazgos de la prueba piloto.

Tomando en cuenta los resultados de la prueba piloto, se diseñó un instrumento final.

El instrumento está conformado por los siguientes acápite:

- A. Datos generales del pacientes
- B. Procedencia
- C. Servicio
- D. Indicación
- E. Resultado tomográfico

Fuente de información.

La fuente de información fue secundaria, correspondiente a la hoja de solicitud y a la hoja de reporte

Plan de tabulación y análisis estadístico

Creación de base de datos

La información obtenida a través de la aplicación del instrumento fue introducida en una base de datos utilizando el programa SPSS 22.0 versión para Windows (SPSS 2014)

Estadística descriptiva

Las variables fueron descritas usando los estadígrafos correspondientes a la naturaleza de la variable de interés (si eran variables categóricas o variables cuantitativas)

- Variables categóricas (conocidas como cualitativas): Se describen en términos de frecuencias absolutas (número de casos observados) y frecuencias relativas (porcentajes). Los datos son mostrados en tablas de contingencia. Los datos son ilustrados usando gráficos de barra.
- Variables cuantitativas: Para variables cuantitativas se determinaron estadígrafos de tendencia central y de dispersión. Los estadígrafos utilizados están en dependencia del tipo de distribución de los valores de la variable (normal o no normal- asimétrica).

- Para variables con distribución normal se usa la media (promedio) y la desviación estándar (DE).

- Para variables con distribución asimétrica se usan mediana, rango.

- Las variables cuantitativas están expresadas en gráficos histograma.

Para la evaluación de la normalidad de la distribución se usan los gráficos de histogramas con curvas de normalidad, y se aplicaron los siguientes test de normalidad: prueba de Kolmogorov-Smirnov, con un nivel de significancia de Lilliefors para probar la normalidad.

Para el análisis descriptivo de las variables se usó el programa estadístico de SPSS

22.0

Estadística inferencial

A. Evaluación de la asociación:

Para explorar la asociación entre dos variables categóricas se utilizará la prueba de Chi-Cuadrado (χ^2). Para evaluar la asociación entre una variable categórica y una cuantitativa se utilizó la T de Student

Se considera que una asociación o diferencia es estadísticamente significativa, cuando el valor de p es <0.05 . Las pruebas estadísticas se llevarán a cabo a través del programa SPSS 22.0

LISTADO DE VARIABLES

Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5
<p>Conocer las características generales de los pacientes pediátricos, área de procedencia y especialidad que indica el estudio tomográficos, en el grupo en estudio.</p>	<p>Identificar las indicaciones más frecuentes para uso de TC de cráneo y la proporción de estudios de imagen insuficientemente justificados en la orden de solicitud, en el grupo en estudio.</p>	<p>Establecer la frecuencia de casos con mayor exposición a radiación (uso de fase simple y contrastada) por TC de cráneo global y según grupos de edad t sexo.</p>	<p>Describir la frecuencia de resultado tomográficos patológicos y no patológicos, en el grupo en estudio, global y según grupos de edad t sexo.</p>	<p>Determinar la asociación entre el resultado del estudio tomográfico y los patrones de utilización de la TC de cráneo y la proporción de casos clasificados como abuso o indicación inadecuada de la tomografía , en los pacientes en estudio</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Edad (meses) del paciente • Procedencia del caso • Especialidad específica 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicación registrada en la orden de TC • Estudio de imagen insuficientemente justificado en la orden de solicitud 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición a radiación (uso de fase simple y contrastada) • Grupos de edad • 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado tomográficos • Grupos de edad 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado tomográficos • Patrones de utilización de la TC de cráneo • Abuso o indicación inadecuada de la tomografía

VII. RESULTADOS

1. Respecto al patrón de utilización de la TC se observó lo siguiente:

El estudio revela una proporción significativa de pacientes en grupos edad de mayor riesgo en quienes se ha realizado tomografía de cráneo: más del 70% son menores de 10 años, entre 1 y 2 casos de cada 10 son menores de 1 año.

El 70% de los casos pediátricos en quienes se realizó TC de cráneo estaban hospitalizados al momento de la indicación.

La mitad de los casos fueron indicados por pediatría general, seguida por un 15% indicado por neurología y un 12% indicado por la sala de especialidades. Otras áreas del hospital indicaron entre 1% y 5% de los casos.

Entre 3 a 4 de cada 10 pacientes fueron sometidos a mayor radiación a través de la utilización de TC de cráneo en fase simple y contrastada.

Las 10 primeras causas de indicación en orden de mayor a menor, fueron la evaluación de trauma cráneo encefálico, estudios para descartar masa o tumor, convulsiones, hidrocefalia, cefalea a estudio, epilepsia, edema cerebral, evaluación de posible presencia de hemorragia o hematoma, ataxia a estudio y neuroinfección.

En 33% de los casos la orden de solicitud de la TC de cráneo no contenía una suficiente justificación para realizar dicho estudio de imagen.

2. Respeto al resultado de estudio tomográfico

Globalmente 66% de las TC de cráneo tenía un resultado negativo (normal – sin hallazgos de relevancia clínica) y solo el 34% se identificó un hallazgo patológico.

En 1 de cada 4 casos la realización de la TC fue clasificada como abuso de dicho estudio de imagen.

Se observó una asociación significativa entre el resultado de la TC de cráneo, el grupo de edad (de riesgo) y mayor exposición (uso de fase contrastada), en pacientes pediátricos.

En pacientes con tomografía normal, el 25% de los menores de 1 mes y el 50% de los menores de 1 años fueron sometidos a mayor exposición de radiación, en comparación con el grupo de pacientes con tomografía patológica, donde solo el 12.5% de los menores de 1 mes el 5% de los menores de 1 años fueron sometidos a mayor exposición de radiación (utilización de la fase contrastada)

Por otro lado se observó una asociación entre las 10 primeras causas de indicación y el resultado patológico de la TC de cráneo. Solo en alrededor del 5% de los casos donde se indicó la TC de cráneo para estudio de masas, tumores, cefalea y epilepsia, se obtuvo un resultado patológico.

Por otro lado solo en el 25% de los casos con trauma craneoencefálico se observó una TC patológica.

En más de la mitad de los casos con TCE no se debió indicar TC de cráneo ya que eran traumas leve y no cumplían los criterios ACR.

De forma general, también se encontró una asociación entre la justificación de la indicación y el resultado patológico de la TC de cráneo.

Si el estudio estaba suficientemente justificado en la orden de solicitud el porcentaje de TC con resultado patológico era el doble de lo observado en los casos en los que el estudio estaba insuficientemente justificado (40% vs 20%).

VIII. DISCUSIÓN

Recientemente, el riesgo de inducción de cáncer a través de tomografías computarizadas (TC) realizadas en niños ha recibido atención especial¹. Muchos órganos en niños son más sensibles a la inducción de cáncer; los niños reciben una dosis absorbida más alta debido al pequeño tamaño de su cuerpo; y con más años de vida por delante, el riesgo de cáncer a lo largo de la vida también es mayor (Menoch et al., 2012; Miglioretti et al., 2013).

Brenner et al. estimó el riesgo de mortalidad por cáncer de por vida atribuible a la exposición a la radiación de una sola tomografía computarizada abdominal en un niño de 1 año de edad de aproximadamente 1 en 550 y para una tomografía computarizada de craneo, 1 en 1500.⁴ Se han propuesto estrategias para minimizar la exposición a la radiación CT para niños (Brenner & Hall, 2007). La publicación reciente de un artículo que estimó el riesgo de cáncer por radiología diagnóstica en 15 países ha estimulado una discusión crítica sobre el tema, particularmente un llamado a considerar un enfoque de riesgo versus beneficio.

En el presente estudio, se observó una proporción considerable de abuso de este tipo de estudio de imagen y un sometimiento innecesario en muchos casos a mayor radiación a los pacientes pediátricos, especialmente a los grupos de mayor riesgo (< 1 año)

Esta situación podría explicarse de diversas formas. Como proveedor de servicios de atención médica terciaria, los pacientes y sus familias que visitan este hospital comúnmente esperan un examen más detallado de su condición, incluidas imágenes de alta tecnología, lo que ha reducido el umbral para que los médicos ordenen una tomografía computarizada.

Debido a la gran cantidad de casos de este hospital, muchos médicos pueden estar demasiado ocupados para seguir la política de observación de traumatismos craneales menores. En caso de duda, podrían solicitar un estudio de CT más fácilmente que si trabajaran en una clínica pequeña.

El espacio limitado en la sala de emergencias para mantener a los pacientes bajo observación no deja más remedio que solicitar CT cuando la observación en el hogar no es una opción.

Un examen de CT para un niño está justificado si existe una probabilidad razonable de que produzca un beneficio para la salud o informe al manejo del paciente. De lo contrario,

el niño solo recibe los posibles efectos perjudiciales de la radiación. La población obtiene una ventaja cuando la suma de los beneficios para la salud de aquellos cuyo manejo está influenciado positivamente por las imágenes son mayores que la suma de los perjudiciales.

La población también se beneficia de la capacidad de diagnóstico por imágenes para identificar quién puede necesitar intervención de salud y, por lo tanto, permite la asignación adecuada de recursos de salud. Los efectos positivos netos del examen de TC serán mayores cuando el médico remitente aplique el principio de justificación para garantizar que no se realicen estudios innecesarios.

Existe diversas guías de justificación que indican que se logrará un beneficio neto adicional de la población cuando los estudios realizados se limiten a la región corporal requerida y optimizado para calidad de imagen y dosis (Feigal, 2002; Osmond et al., 2010; Sierzenski et al., 2014).

El principio de justificación aplicado a las situaciones de exposición médica a la radiación requiere que el médico remitente y el radiólogo evalúen los beneficios potenciales del procedimiento frente a los riesgos del detrimento de la radiación para garantizar que haya un beneficio neto para la población (Gupta & Upreti, 2017).

El médico debe considerar el objetivo de la exposición y el individuo involucrado. Se deben verificar las imágenes previas para ver si ya se ha adquirido la información de diagnóstico requerida.

También se deben considerar procedimientos alternativos que no involucren radiación ionizante, como resonancia magnética o ultrasonido, especialmente para las imágenes de seguimiento.

Aunque el trauma craneoencefálico en niños es un problema importante de salud pública, y el examen de TC es el estándar de referencia para la investigación de la lesión en la cabeza, este estudio confirma que todavía debe existir una gran preocupación con respecto a los criterios de adecuación para la derivación para exámenes de TC de la cabeza en niños pequeños.

A pesar de que no fue un elemento investigado en este trabajo, es importante reconocer que estudios reportados en Latinoamérica confirman que existe poca comprensión sobre las dosis y los riesgos de la TC así como de los criterios de indicación apropiados. Basado en los hallazgos de este estudio, es razonable pensar que esa situación es similar en Nicaragua, por lo que es clave.

Tomando en cuenta un modelo de costos diseñado en un estudio en el Hospital Militar de Managua, por cada TC de cráneo innecesaria había un exceso de costo de C\$6,000. Por lo que a partir de nuestro estudio, habrían anualmente C\$2,500,000 córdobas de gastos extras debido al abuso de la TC de cráneo.

IX. CONCLUSIONES

1. Se observó una proporción considerable de abuso de este tipo de estudio de imagen y un sometimiento innecesario en muchos casos a mayor radiación a los pacientes pediátricos, especialmente a los grupos de mayor riesgo (< 1 año)
2. Los hallazgos sugieren una tasa de resultados patológicos inferior a lo observado en series internacionales.
3. Se observó una asociación significativa entre el resultado de la TC de cráneo, el grupo de edad (de riesgo) y mayor exposición (uso de fase contrastada), en pacientes pediátricos.
4. De forma general, también se encontró una asociación entre la justificación de la indicación y el resultado patológico de la TC de cráneo. Si el estudio estaba suficientemente justificado en la orden de solicitud el porcentaje de TC con resultado patológico era el doble de lo observado en los casos en los que el estudio estaba insuficientemente justificado.

X. RECOMENDACIONES

Recomendaciones al personal médico y de salud

Recomendamos que el personal médico asistencial realice esfuerzos para limitar la exposición a radiación en la población pediátrica minimizando el número de referencias para imágenes de CT. Comprender los patrones de uso de la tomografía computarizada puede ayudar a determinar las oportunidades para disminuir la utilización.

Recomendaciones a los servicios de radiología pediátrica

Diseñar criterios de adecuación de las indicaciones de TC en pediatría conforme las guías internacionales, en especial del Colegio Americano de Radiología (ACR) y compartir dichos criterios con el personal asistencia a nivel hospitalario.

Recomendaciones al Ministerio de Salud

Implementar esfuerzos para aumentar la conciencia en el personal de salud, especialmente en pediatras generales y en especialidades pediátricas generales, sobre las posibles dosis de radiación debido a TC de cráneo y sus riesgos asociados, y se debe llevar a cabo acciones para el diseño e implementación de protocolos de actuación que incluyan criterios apropiados de indicación de TC de cráneo en todos los niveles de atención primaria y en todo el sistema público de salud en el país, retomando la mejor evidencia disponible y las recomendaciones internacionales.

Recomendaciones a la comunidad académica y científica en conjunto con las autoridades de salud.

Recomendamos realizar en futuros estudios un análisis de costo y efectividad del uso de la TC en población pediátrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Brenner, D. J., & Hall, E. J. (2007). Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *New England Journal of Medicine*, 357(22), 2277-2284.
- De Basea, M. B., Salotti, J. A., Pearce, M. S., Muchart, J., Riera, L., Barber, I., . . . Espinosa, A. (2016). Trends and patterns in the use of computed tomography in children and young adults in Catalonia—results from the EPI-CT study. *Pediatric radiology*, 46(1), 119-129.
- Domenech, H. (2017). Biological Effects of Ionizing Radiation *Radiation Safety* (pp. 9-21): Springer.
- Dougeni, E., Faulkner, K., & Panayiotakis, G. (2012). A review of patient dose and optimisation methods in adult and paediatric CT scanning. *European journal of radiology*, 81(4), e665-e683.
- Feigal, D. W. (2002). FDA public health notification: reducing radiation risk from computed tomography for pediatric and small adult patients. *International journal of trauma nursing*, 8(1), 1-2.
- Gariepy, M., Gravel, J., Légaré, F., Melnick, E., Hess, E., Witteman, H., . . . Plante, P. (2019). Head CT overuse in children with a mild traumatic brain injury within two Canadian emergency departments. *Paediatrics & Child Health*, 1-7.
- Ghoshhajra, B. B., Lee, A. M., Engel, L.-C., Celeng, C., Kalra, M. K., Brady, T. J., . . . Abbara, S. (2014). Radiation dose reduction in pediatric cardiac computed tomography: experience from a tertiary medical center. *Pediatric cardiology*, 35(1), 171-179.
- Goodman, T. R., Mustafa, A., & Rowe, E. (2019). Pediatric CT radiation exposure: where we were, and where we are now. *Pediatr Radiol*, 49(4), 469-478. doi:10.1007/s00247-018-4281-y
- Gupta, N., & Upreti, L. (2017). Optimal Utilization of Pediatric Computed Tomography to Minimize Radiation Exposure: What the Clinician Must Know s. *Indian Pediatr*, 54(7), 581-585. doi:10.1007/s13312-017-1072-8

- Hardman, S., Rominiyi, O., King, D., & Snelson, E. (2019). Is cranial computed tomography unnecessary in children with a head injury and isolated vomiting? *BMJ*, *365*, 11875.
- Hart, D., Wall, B., Hillier, M., & Shrimpton, P. (2010). Frequency and collective dose for medical and dental X-ray examinations in the UK, 2008. *Health Protection Agency*.
- Jayshree, R. K., & Singh, G. (2016). Role of CT scan in paediatric patients. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, *5*(89), 6614.
- Karpas, A., Finkelstein, M., & Reid, S. (2013). Which management strategy do parents prefer for their head-injured child: immediate computed tomography scan or observation? *Pediatric emergency care*, *29*(1), 30-35.
- Kirkham, F. J. (2016). Indications for the performance of neuroimaging in children. *Handb Clin Neurol*, *136*, 1275-1290. doi:10.1016/b978-0-444-53486-6.00065-x
- Kirsch, T. D., Hsieh, Y.-H., Horana, L., Holtzclaw, S. G., Silverman, M., & Chanmugam, A. (2011). Computed tomography scan utilization in emergency departments: a multi-state analysis. *The Journal of emergency medicine*, *41*(3), 302-309.
- Kuppermann, N. (2008). Pediatric head trauma: the evidence regarding indications for emergent neuroimaging. *Pediatr Radiol*, *38 Suppl 4*, S670-674. doi:10.1007/s00247-008-0996-5
- Menoch, M. J., Hirsh, D. A., Khan, N. S., Simon, H. K., & Sturm, J. J. (2012). Trends in computed tomography utilization in the pediatric emergency department. *Pediatrics*, *129*(3), e690-e697.
- Miglioretti, D. L., Johnson, E., Williams, A., Greenlee, R. T., Weinmann, S., Solberg, L. I., . . . Vanneman, N. (2013). The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA pediatrics*, *167*(8), 700-707.
- Mohan, S., Rogan, E. A., Batty, R., Raghavan, A., Whitby, E. H., Hart, A. R., & Connolly, D. J. (2013). CT of the neonatal head. *Clin Radiol*, *68*(11), 1155-1166. doi:10.1016/j.crad.2013.06.011
- Motta-Ramírez, G. A., Jiménez-Parra, J. L., Limas-Santos, N. I., Álvarez-Flores, N. H., & del Carmen Solis-Vargas, M. (2011). El uso y abuso de la TC de cráneo en la consulta externa pediátrica neurológica. *Arch Neurocién (Mex)*, *16*(2), 58-63.

- Osmond, M. H., Klassen, T. P., Wells, G. A., Correll, R., Jarvis, A., Joubert, G., . . . McConnell, D. (2010). CATCH: a clinical decision rule for the use of computed tomography in children with minor head injury. *Cmaj*, *182*(4), 341-348.
- Ozasa, K., Grant, E. J., & Kodama, K. (2018). Japanese legacy cohorts: the life span study atomic bomb survivor cohort and survivors' offspring. *Journal of epidemiology*, JE20170321.
- Parmar, H., & Ibrahim, M. (2012). Pediatric intracranial infections. *Neuroimaging Clin N Am*, *22*(4), 707-725. doi:10.1016/j.nic.2012.05.016
- Pino, M., & Segovia, X. (2015). *Correlación entre los hallazgos clínicos y radiográficos con las indicaciones de la tomografía en los pacientes pediátrico, con trauma cráneo encefálico que asisten al Hospital Escuela Alejandro Dávila Bolaños durante el periodo de Enero del 2012 a Enero 2014*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Pinto, R. S., & Becker, M. H. (1977). Computed tomography in pediatric diagnosis. *American Journal of Diseases of Children*, *131*(5), 583-592.
- Radiology, A. C. o. (2018). ACR–ASNR–SPR practice parameter for the performance of computed tomography (CT) of the brain.
- Salinas Castro, A. (2017). *Hallazgos de la tomografía computarizada de cráneo en pacientes pediátricos con cefalea, tendidos en el hospital Manuel de Jesús Rivera "La Mascota" de enero a junio del 2016*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Savitsky, E. A., & Votey, S. R. (2000). Current controversies in the management of minor pediatric head injuries. *Am J Emerg Med*, *18*(1), 96-101. doi:10.1016/s0735-6757(00)90060-3
- Schauer, D. A., & Linton, O. W. (2009). National Council on Radiation Protection and Measurements report shows substantial medical exposure increase: Radiological Society of North America, Inc.
- Sierzenski, P. R., Linton, O. W., Amis Jr, E. S., Courtney, D. M., Larson, P. A., Mahesh, M., . . . Timins, J. K. (2014). Applications of justification and optimization in medical imaging: examples of clinical guidance for computed tomography use in emergency medicine. *Annals of emergency medicine*, *63*(1), 25-32.

Toma, P., Bartoloni, A., Salerno, S., Granata, C., Cannata, V., Magistrelli, A., & Arthurs, O. J. (2019). Protecting sensitive patient groups from imaging using ionizing radiation: effects during pregnancy, in fetal life and childhood. *Radiol Med*, 124(8), 736-744. doi:10.1007/s11547-019-01034-8

ANEXOS

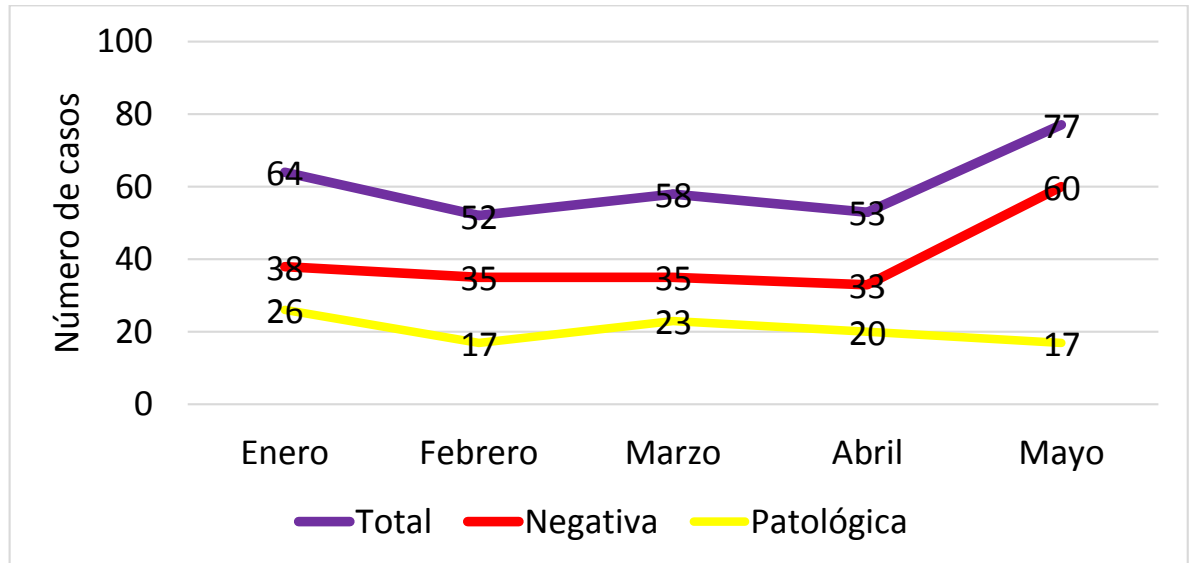
Cuadro 1: TC de cráneo realizadas por mes en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019

		Resultado de la TC				Total		Chi ²
		Negativa		Patológica		n	%	p
		n	%	n	%			
Mes	Enero	38	59.4%	26	40.6%	64	100.0%	0.119*
	Febrero	35	67.3%	17	32.7%	52	100.0%	
	Marzo	35	60.3%	23	39.7%	58	100.0%	
	Abril	33	62.3%	20	37.7%	53	100.0%	
	Mayo	60	77.9%	17	22.1%	77	100.0%	
Total		201	66.1%	103	33.9%	304	100.0%	

* Se considera que p es significativa si su valor es <0.05

Fuente: Expediente clínico, N= 304

Gráfico 1: TC de cráneo realizadas por mes en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019



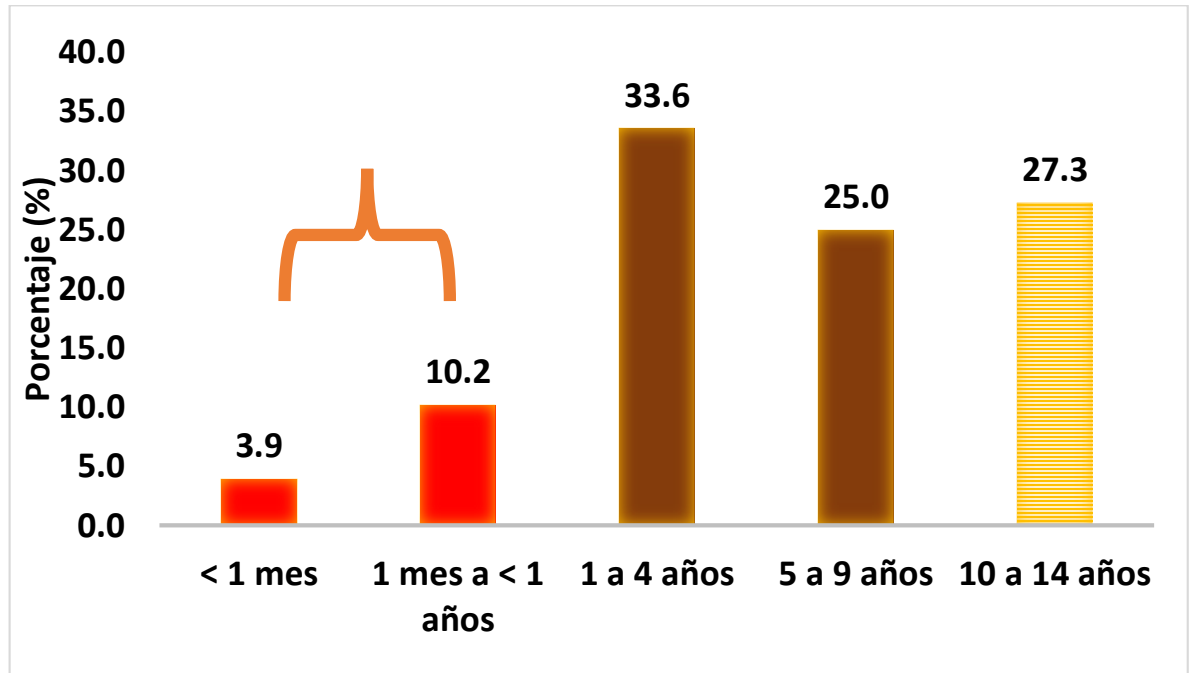
Fuente: Cuadro 1

Cuadro 2: Edad de niños y niñas en quienes se realizó TC de cráneo atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

		n	%
Grupo de edad	< 1 mes	12	3.9
	1 mes a < 1 años	31	10.2
	1 a 4 años	102	33.6
	5 a 9 años	76	25.0
	10 a 14 años	83	27.3
	Total	304	100.0

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Gráfico 2: Edad de niños y niñas en quienes se realizó TC de cráneo atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



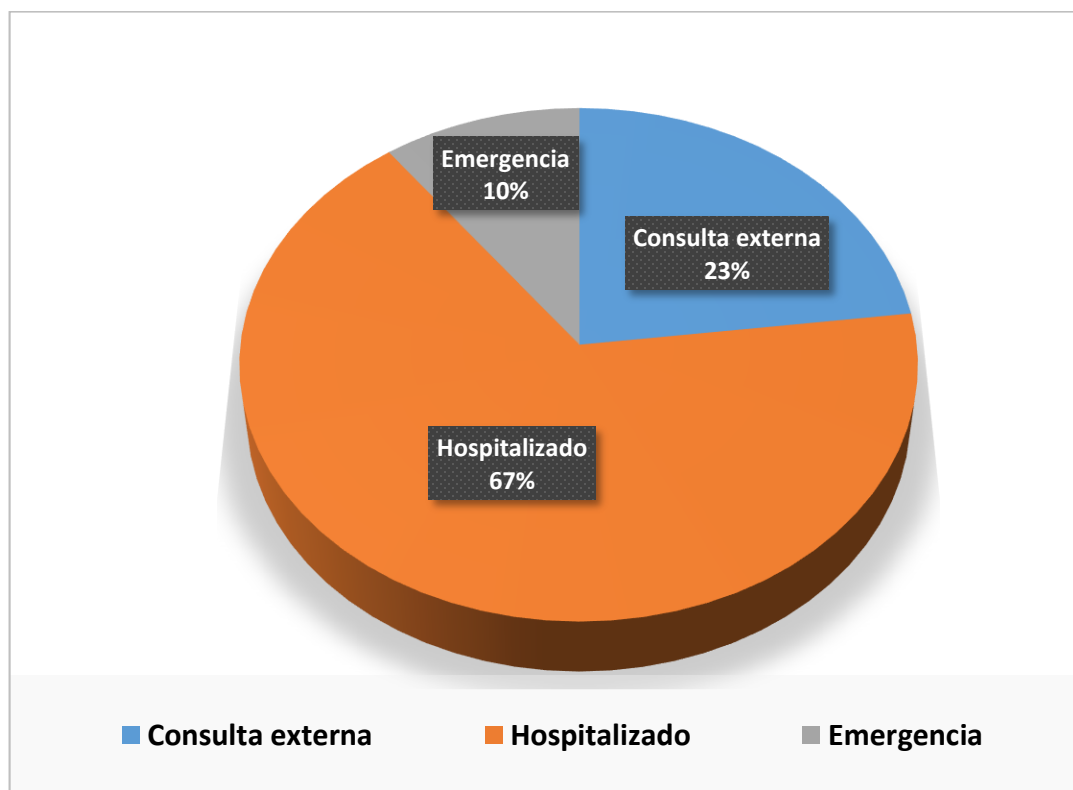
Fuente: Cuadro 2

Cuadro 3: Área hospitalaria de procedencia de niños y niñas en quienes se realizó TC de cráneo atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

		n	%
Procedencia	Consulta externa	70	23.0
	Hospitalizado	203	66.8
	Emergencia	31	10.2
	Total	304	100.0

Fuente: expediente clínico, N=304.

Gráfico 3: Área hospitalaria de procedencia de niños y niñas en quienes se realizó TC de cráneo atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



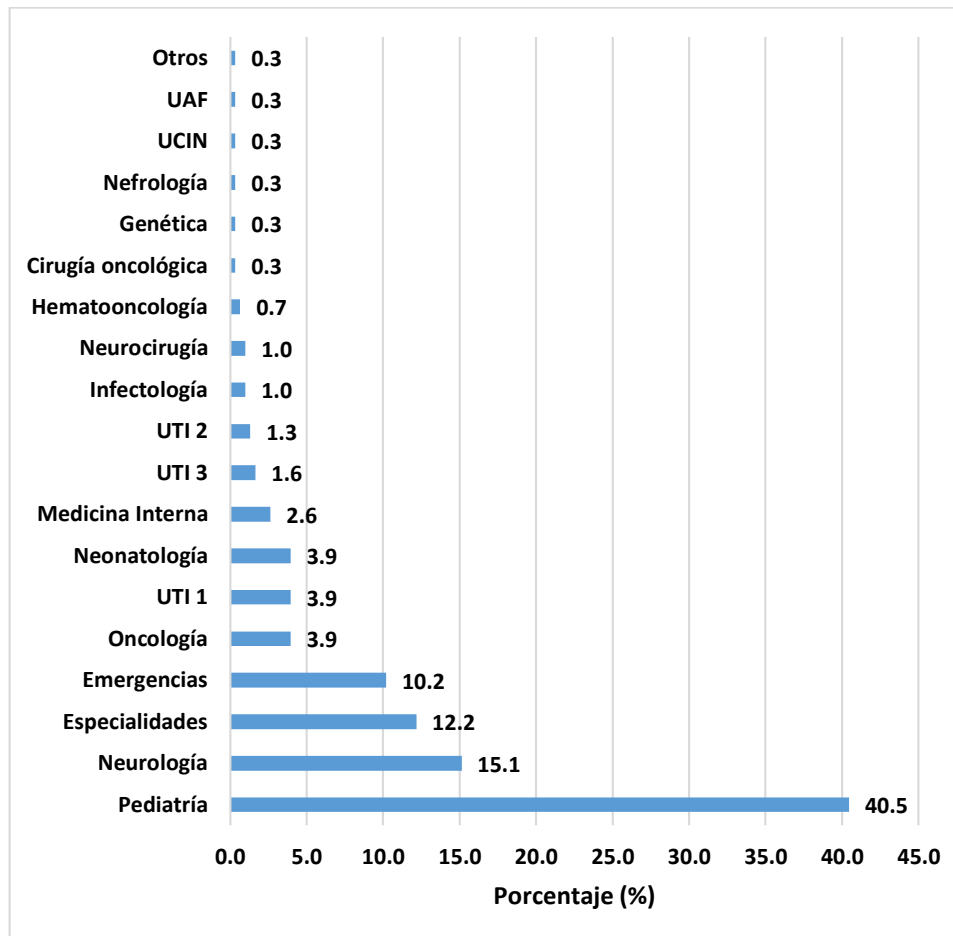
Fuente: Cuadro

Cuadro 4: Servicio o especialidad que indica el estudio, de niños y niñas en quienes se realizó TC de cráneo atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

	n	%
Pediatría	123	40.5
Neurología	46	15.1
Especialidades	37	12.2
Emergencias	31	10.2
Oncología	12	3.9
UTI 1	12	3.9
Neonatología	12	3.9
Medicina Interna	8	2.6
UTI 3	5	1.6
UTI 2	4	1.3
Infectología	3	1.0
Neurocirugía	3	1.0
Hematooncología	2	0.7
Cirugía oncológica	1	0.3
Genética	1	0.3
Nefrología	1	0.3
UCIN	1	0.3
UAF	1	0.3
Otros	1	0.3
Total	304	100.0

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Gráfico 4: Servicio o especialidad que indica el estudio, de niños y niñas en quienes se realizó TC de cráneo atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



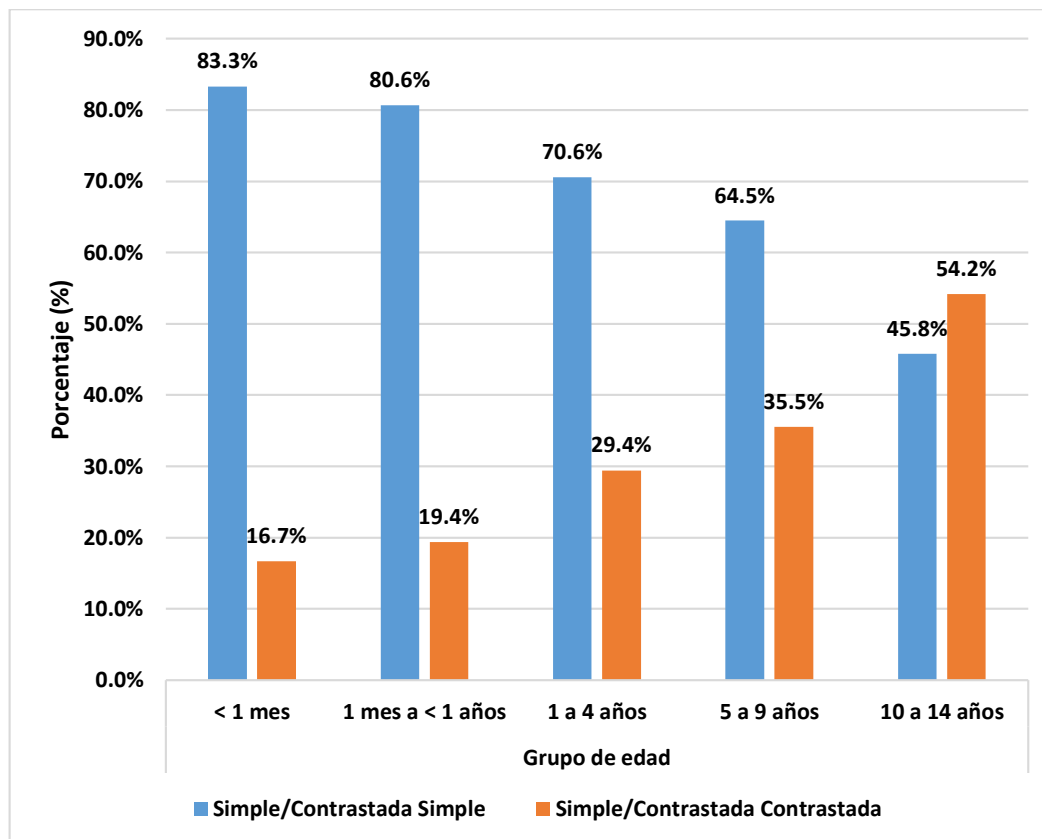
Fuente: Cuadro 4

Cuadro 5: Proporción de pacientes pediátricos con mayor exposición a radiación mediante el uso de TC de cráneo con fase contrastada, atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

		Simple/Contrastada				Total		Chi ²
		Simple		Contrastada				p
		n	%	n	%	n	%	
Grupo de edad	< 1 mes	10	83.3%	2	16.7%	12	100.0%	
	1 mes a < 1 años	25	80.6%	6	19.4%	31	100.0%	
	1 a 4 años	72	70.6%	30	29.4%	102	100.0%	
	5 a 9 años	49	64.5%	27	35.5%	76	100.0%	
	10 a 14 años	38	45.8%	45	54.2%	83	100.0%	
Total		194	63.8%	110	36.2%	304	100.0%	

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Gráfico 5: Proporción de pacientes pediátricos con mayor exposición a radiación mediante el uso de TC de cráneo con fase contrastada, atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



Fuente: Cuadro 5

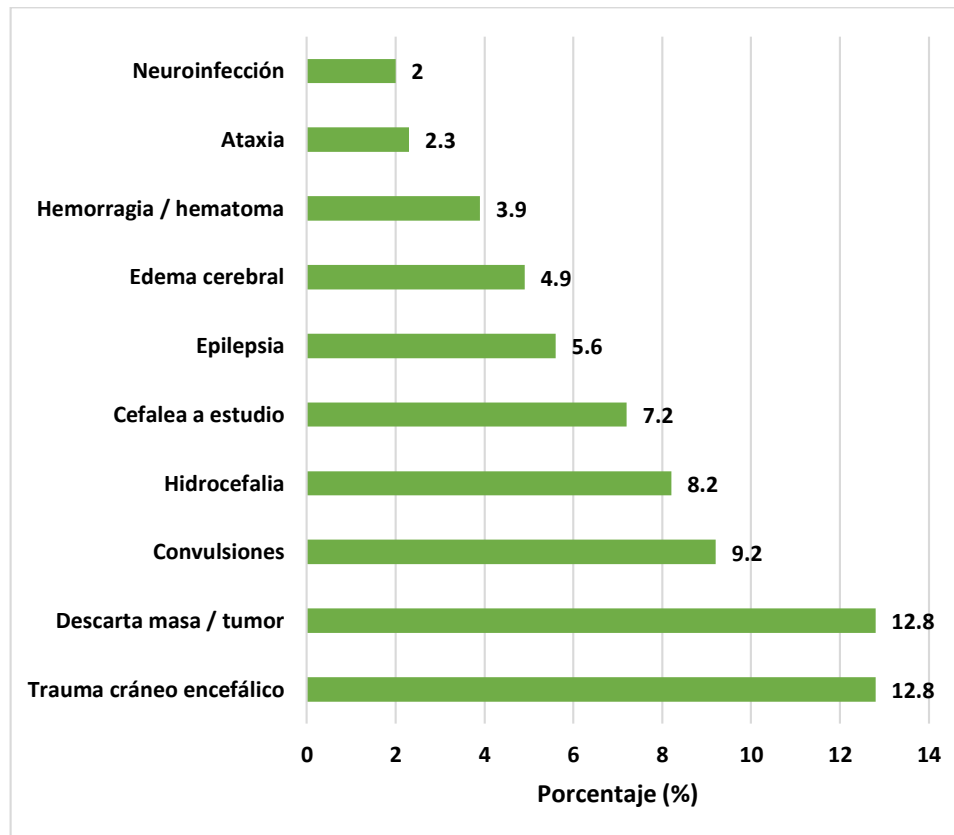
Cuadro 6: Diez primeras causas de indicación de TC de cráneo en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

INDICACION	n	%
Trauma cráneo encefálico	39	12.8
Descarta masa / tumor	39	12.8
Convulsiones	28	9.2
Hidrocefalia	25	8.2
Cefalea a estudio	22	7.2
Epilepsia	17	5.6
Edema cerebral	15	4.9
Hemorragia / hematoma	12	3.9
Ataxia	7	2.3
Neuroinfección	6	2.0

Nota: Se registraron en 304 pacientes 67 indicaciones distintas. Después de las primeras 10 causas, el resto de indicaciones presentaba una frecuencia <2%

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Gráfico 6: Diez primeras causas de indicación de TC de cráneo en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



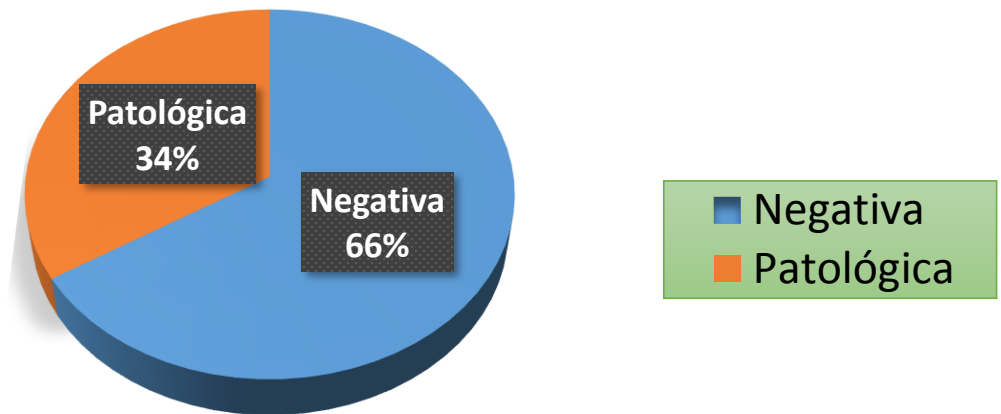
Fuente: Cuadro 6

Cuadro 7: Proporción de casos de TC de cráneo con resultado patológico, en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

		n	%
Resultado de TC	Negativa	201	66.1
	Patológica	103	33.9
	Total	304	100.0

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Gráfico 7: Proporción de casos de TC de cráneo con resultado patológico, en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



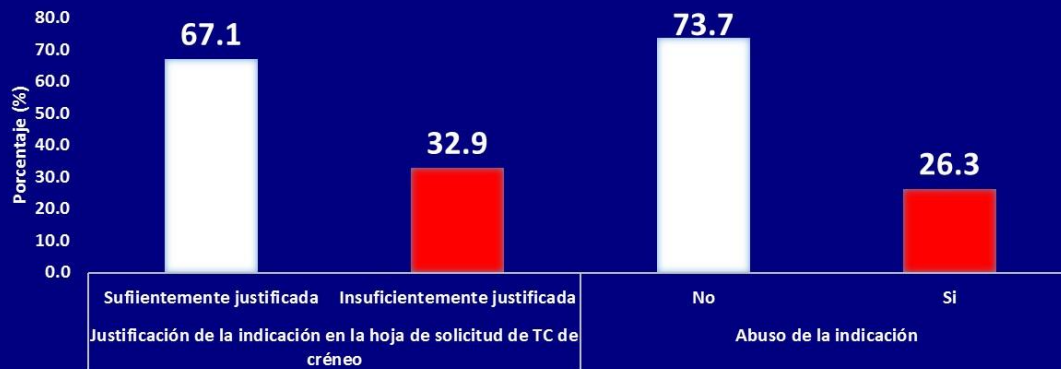
Fuente: Cuadro 7

Cuadro 8: Proporción de casos de TC de cráneo insuficientemente justificada y casos clasificados como abuso de la indicación, en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

		n	%
Justificación referida en la hoja u orden de solicitud de estudio	Suficientemente justificada	204	67.1
	Insuficientemente justificada	100	32.9
	Total	304	100.0
Abuso	No	224	73.7
	Si	80	26.3
	Total	304	100.0

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Proporción de casos con orden de TC de cráneo insuficientemente justificada y casos clasificados como abuso de la indicación, en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



Abuso: No estaba indicada y el hallazgo fue normal (no patológico)

Possible abuso: estaba insuficientemente justificada su indicación, en la hoja de solicitud de estudio tomográfico, y el resultado fue normal (no patológico)

Cuadro 9: Asociación entre el resultado de TC, grupo de edad y mayor exposición a radiación (fase contrastada), en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

Resultado de TC			Simple/Contrastada				Total		Chi 2 p
			Simple		Contrastada		n	%	
			n	%	n	%			
Negativa	Grupo de edad	< 1 mes	3	75.0%	1	25.0%	4	100.0%	0.014
		1 mes a < 1 años	5	50.0%	5	50.0%	10	100.0%	
		1 a 4 años	48	72.7%	18	27.3%	66	100.0%	
		5 a 9 años	36	63.2%	21	36.8%	57	100.0%	
		10 a 14 años	28	43.8%	36	56.3%	64	100.0%	
	Total	120	59.7%	81	40.3%	201	100.0%		
Patológica	Grupo de edad	< 1 mes	7	87.5%	1	12.5%	8	100.0%	0.03
		1 mes a < 1 años	20	95.2%	1	4.8%	21	100.0%	
		1 a 4 años	24	66.7%	12	33.3%	36	100.0%	
		5 a 9 años	13	68.4%	6	31.6%	19	100.0%	
		10 a 14 años	10	52.6%	9	47.4%	19	100.0%	
	Total	74	71.8%	29	28.2%	103	100.0%		
Total	Grupo de edad	< 1 mes	10	83.3%	2	16.7%	12	100.0%	0.001
		1 mes a < 1 años	25	80.6%	6	19.4%	31	100.0%	
		1 a 4 años	72	70.6%	30	29.4%	102	100.0%	
		5 a 9 años	49	64.5%	27	35.5%	76	100.0%	
		10 a 14 años	38	45.8%	45	54.2%	83	100.0%	
	Total	194	63.8%	110	36.2%	304	100.0%		

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Asociación entre el resultado de la TC de cráneo, el grupo de edad (de riesgo) y mayor exposición (uso de fase contrastada), en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

Resultado tomográfico			Simple/Contrastada				Total		Chi Cuadrado
			Simple		Contrastada				
	Grupo de edad	n	%	n	%	n	%	p	
Negativa	< 1 mes	3	75.0%	1	25.0%	4	100.0%	0.014	
	1 mes a < 1 años	5	50.0%	5	50.0%	10	100.0%		
	1 a 4 años	48	72.7%	18	27.3%	66	100.0%		
	5 a 9 años	36	63.2%	21	36.8%	57	100.0%		
	10 a 14 años	28	43.8%	36	56.3%	64	100.0%		
	Total		120	59.7%	81	40.3%	201		100.0%
Patológica	< 1 mes	7	87.5%	1	12.5%	8	100.0%	0.030	
	1 mes a < 1 años	20	95.2%	1	4.8%	21	100.0%		
	1 a 4 años	24	66.7%	12	33.3%	36	100.0%		
	5 a 9 años	13	68.4%	6	31.6%	19	100.0%		
	10 a 14 años	10	52.6%	9	47.4%	19	100.0%		
	Total		74	71.8%	29	28.2%	103		100.0%

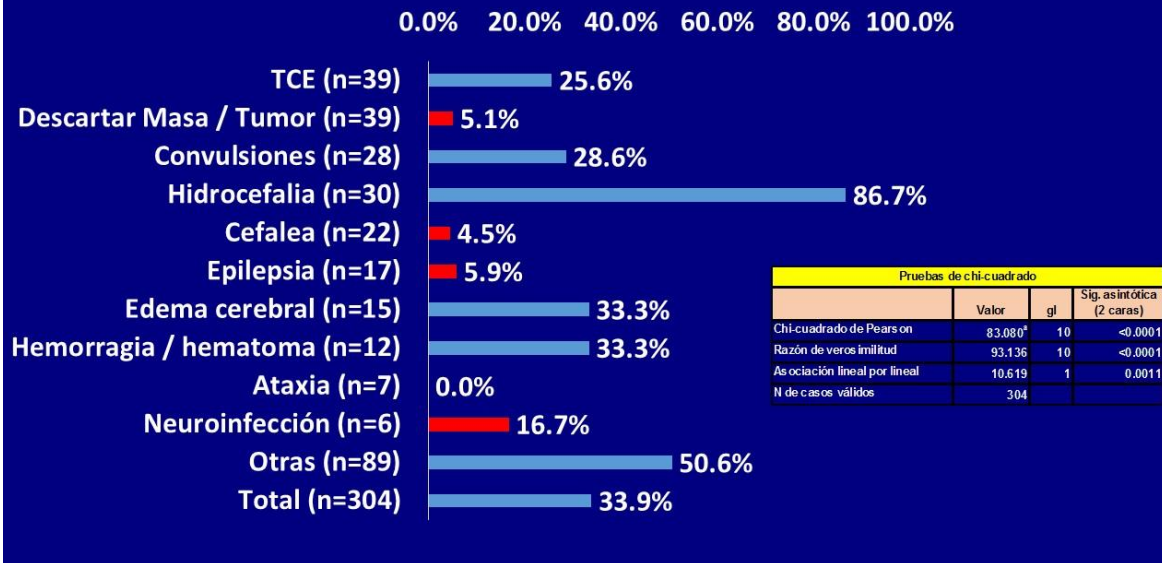
Fuente: Cuadro 9

Cuadro 10: Asociación entre las 10 primeras indicaciones y el resultado de la TC, en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

		Patológico				Total		Chi 2
		Negativa		Patológica				P
		n	%	n	%	n	%	
10 primeras causas	TCE	29	74.4%	10	25.6%	39	100.0%	0.001
	Descartar Masa / Tumor	37	94.9%	2	5.1%	39	100.0%	
	Convulsiones	20	71.4%	8	28.6%	28	100.0%	
	Hidrocefalia	4	13.3%	26	86.7%	30	100.0%	
	Cefalea	21	95.5%	1	4.5%	22	100.0%	
	Epilepsia	16	94.1%	1	5.9%	17	100.0%	
	Edema cerebral	10	66.7%	5	33.3%	15	100.0%	
	Hemorragia / hematoma	8	66.7%	4	33.3%	12	100.0%	
	Ataxia	7	100.0%	0	0.0%	7	100.0%	
	Neuroinfección	5	83.3%	1	16.7%	6	100.0%	
	Otras	44	49.4%	45	50.6%	89	100.0%	

Fuente: Expediente clínico, N=304.

Asociación entre las 10 primeras causas de indicación y el resultado patológico de la TC de cráneo, en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.



Fuente: Cuadro 10

Cuadro 11: Asociación entre la justificación de la indicación y el resultado de la TC, en pacientes pediátricos atendidos en el HMJRM, Enero-Mayo 2019.

		Resultado de TC				Total		Chi 2
		Negativa		Patológica		n	%	p
		n	%	n	%			
Insuficientemente justificada la indicación en la hoja de solicitud de estudio	Suficientemente justificada	121	59.3%	83	40.7%	204	100.0%	0.001
	Insuficientemente justificada en la orden de solicitud	80	80.0%	20	20.0%	100	100.0%	
Total		201	66.1%	103	33.9%	304	100.0%	

Fuente: expediente clínico, N=304.