

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**INCIDENCIA DE NEFROPATÍA INDUCIDA POR CONTRASTE EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS EXPUESTOS A MEDIO YODADO INTRAVENOSO**
IRVING ANTONIO PAREDES CANO

Tesis

Presentada ante las autoridades de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas
Para obtener el grado de Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas.

SEPTIEMBRE 2019



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.106.2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Irving Antonio Paredes Cano

Registro Académico No.: 200640214

No. de CUI: 1606171381901

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Radiología e Imágenes Diagnósticas**, el trabajo de TESIS **INCIDENCIA DE NEFROPATÍA INDUCIDA POR CONTRASTE EN PACIENTES PEDIÁTRICOS EXPUESTOS A MEDIO YODADO INTRAVENOSO**

Que fue asesorado por: Dr. Pablo Susarte Hernández Morales, MSc.

Y revisado por: Dr. Eddy René Rodríguez González, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **marzo 2020**.

Guatemala, 04 de marzo de 2020



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

/emxc

Guatemala, 12 de septiembre de 2019

Doctora
Irma Johana Mazariegos de León
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas
Hospital Roosevelt
Presente

Respetable Doctora **Mazariegos:**

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor **IRVING ANTONIO PAREDES CANO** carné 200640214, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas, el cual se titula "**INCIDENCIA DE NEFROPATÍA INDUCIDA POR CONTRASTE EN PACIENTES PEDIÁTRICOS EXPUESTOS A MEDIO YODADO INTRAVENOSO**".

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

Atentamente,


Dr. Pablo Susarte Hernández Morales, Msc.
Asesor de Tesis

Dr. Pablo Susarte Hernández M.
MEDICO RADIOLOGO
Col. No. 11,219

Dr. Pablo Susarte Hernández M.
MEDICO RADIOLOGO
Col. No. 11,219

Guatemala, 23 de septiembre de 2019

Doctora
Irma Johana Mazariegos de León
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas
Hospital Roosevelt
Presente

Respetable Doctor **Mazariegos:**

Por este medio informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor **IRVING ANTONIO PAREDES CANO** camé 200640214, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas, el cual se titula "**INCIDENCIA DE NEFROPATÍA INDUCIDA POR CONTRASTE EN PACIENTES PEDIÁTRICOS EXPUESTOS A MEDIO YODADO INTRAVENOSO**".

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

Atentamente,



Dr. Eddy René Rodríguez González, MSc.
Revisor de Tesis

Dr. Eddy Rodríguez
MSC Cirugía General
Colegiado 7038



Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dra. Irma Johanna Mazariegos De León**
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e
Imágenes Diagnósticas
Hospital Roosevelt

Fecha Recepción: 14 de octubre 2019

Fecha de dictamen: 31 de octubre 2019

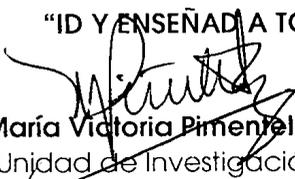
Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

Irving Antonio Paredes Cano

*"Incidencia de nefropatía inducida por contraste en pacientes pediátricos
expuestos a medio yodado intravenoso"*

Sugerencias de la Revisión: **Autorizar examen privado.**

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"


Dr. María Victoria Pimentel Moreno, MSc.
Unidad de Investigación de Tesis
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MVPM/karin

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	2
	2.1.Medios de contraste yodados.....	2
	2.1.1.Propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los medios de contraste yodados no iónicos de baja osmolaridad.....	3
	2.2.Principios físicos	4
	2.2.1.Administración	4
	2.2.2.Nefropatía inducida por medios de contraste yodados en pediatría	5
	2.2.3.Definición	5
	2.2.4.Fisiopatogenia.....	5
	2.2.5.Incidencia.....	6
	2.2.6.Manifestaciones clínicas	6
	2.2.7.Factores de riesgo para NIC	7
	2.2.8.Precauciones	7
	2.2.9.Reacciones adversas por hipersensibilidad	8
	2.2.9.1.Prevenición y tratamiento	8
	2.3.Severidad de NIC según criterios RIFLE modificados para pediatría (<i>pRIFLE</i>)	8
	2.4.Prevenición	9
	2.5.Tratamiento	10
	2.5.1.Reacciones por hipersensibilidad inmediata	11
	2.5.2.Reacciones por hipersensibilidad tardía	14
III.	OBJETIVOS.....	15
	3.1.Objetivo General	15
	3.2.Objetivo Específico	15
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS	16
	4.1.Tipo de estudio.....	16
	4.2.Población.....	16
	4.3.Selección y tamaño de la muestra	16
	4.4.Criterios de inclusión y exclusión	16
	4.5.Variables	17
	4.6.Instrumentos utilizados para la recolección de la información	17
V.	RESULTADOS.....	19

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	20
6.1.CONCLUSIONES	21
6.2.RECOMENDACIONES.....	21
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
VIII. ANEXOS	25

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	19
TABLA 2	19
TABLA 3	19
TABLA 4	19

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este estudio fue cuantificar la incidencia acumulada de nefropatía en población pediátrica expuesta a medio de contraste yodado intravenoso en el Hospital Roosevelt. **Metodología:** Estudio descriptivo prospectivo. El medio de contraste utilizado fue yodado no iónico monomérico de baja osmolaridad: Ioversol (Optiray® 300) a dosis de 1-2 ml/kg de peso en pacientes menores de 12 años. Se realizó recolección de los valores de creatinina previa y posterior a la aplicación del contraste. Se definió como nefrotoxicidad si se cumplían los criterios RIFLE modificados para pediatría (Riesgo, Lesión o Falla) a las 48 o 72 horas luego de la aplicación del medio de contraste. **Resultados:** Se realizaron 60 estudios, de los cuales 56 fueron tomografías, y 4 pielogramas, con aplicación de medio de contraste intravenoso. De estos, ninguno cumplió la definición de nefrotoxicidad. **Conclusiones:** No se reportaron casos que cumplieran con la definición de nefropatía inducida por contraste en la población pediátrica expuesta a medio yodado intravenoso de baja osmolaridad, según criterios RIFLE pediátricos, en la realización de tomografía computarizada y pielograma intravenoso, en el Hospital Roosevelt durante enero a octubre del 2017. En comparación con lo reportado en la literatura en la población pediátrica, se estima hasta un 10% de nefropatía inducida por contraste (NIC), por lo que, a pesar de no haber presentado casos de NIC en el estudio actual, el resultado es próximo a los valores descritos. Por lo tanto, los resultados expuestos en esta investigación se acoplan a lo reportado en la literatura.

Palabras clave: Nefrotoxicidad, medio de contraste, pacientes pediátricos, tomografía, pielograma intravenoso, creatinina, tasa de filtrado glomerular, criterios RIFLE pediátricos.

I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio evaluó la nefropatía inducida por contraste en la población pediátrica expuesta a medio yodado administrado por vía intravenosa, utilizando los criterios RIFLE modificados para pediatría. Existen estudios realizados a nivel internacional en los que reportan una incidencia de hasta el 10%; sin embargo, no existen estudios nacionales que apoye lo expuesto en la literatura. Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio fue cuantificar la incidencia acumulada de dicha entidad mediante el seguimiento de valores de creatinina basal y tasa de filtración glomerular utilizando la fórmula de Schwartz para pediatría, a las 48 y 72 horas posterior a la administración del medio de contraste.

La presente investigación es un estudio descriptivo prospectivo, en el cual se utilizó medio de contraste yodado no iónico monomérico de baja osmolaridad: Ioversol (Optiray® 300), administrándose a una dosis de 1-2 ml/kg de peso en pacientes menores de 12 años que no tuviera una tasa de filtración glomerular ≤ 60 mL/min, reacciones previas al medio de contraste, historia de alergias, antecedente de mieloma múltiple, falla cardíaca congestiva, o conocido por diagnóstico de feocromocitoma. Se dio seguimiento de la variación absoluta de la creatinina sérica basal y de tasa de filtración glomerular (calculada mediante la fórmula de Schwartz para pediatría), a las 48 horas y 72 horas posterior a la administración del medio de contraste. Se definió como nefrotoxicidad si se cumplían los criterios RIFLE modificados para pediatría (Riesgo, Lesión o Falla) a las 48 o 72 horas luego de la aplicación del medio de contraste.

Se realizaron un total de 60 estudios, de los cuales 56 fueron tomografías, y 4 pielogramas, con aplicación de medio de contraste intravenoso. De estos, ninguno cumplió la definición de nefrotoxicidad.

Se concluyó que la incidencia de nefrotoxicidad por medio de contraste en pacientes pediátricos reportado en este estudio se encuentra dentro de lo reportado en la literatura en la población general. El seguimiento hemodinámico que se les realiza a los pacientes pediátricos en el Hospital Roosevelt, hace que su estado de hidratación sea adecuadamente regulado, medida que ha sido demostrada como la mejor nefroprotección en múltiples estudios.

Palabras clave: Nefrotoxicidad, medio de contraste, pacientes pediátricos, tomografía, pielograma intravenoso, creatinina, tasa de filtrado glomerular, criterios RIFLE pediátricos.

II. ANTECEDENTES

2.1. Medios de contraste yodados

Los medios de contraste yodados (MCI) son sales de yodo. El realce que logran depende de la concentración de átomos de yodo que contienen. La densidad del tejido blando es aproximadamente igual a la densidad del agua (0,92 a 1,06 g/cm³) mientras que la densidad del yodo es de 4,94 g/cm³.⁶

El anillo de benceno es el sustrato básico al que se adhieren los átomos de yodo (Anexo No. 1). La fijación de tres átomos en un monómero (o seis en un dímero) es la concentración mínima necesaria para lograr una adecuada opacidad radiológica⁶.

Los MCI pueden clasificarse según (Anexo No. 2):

- Su osmolaridad (número de partículas que generan en solución)
 - Alta osmolaridad (1200 a 2400 mOsm/kg H₂O).
 - Baja osmolaridad (290 a 860 mOsm/kg H₂O): dentro de este grupo se encuentran los isosmolares, que poseen una osmolaridad igual al plasma (290 mOsm/kg H₂O)⁶.
- Su tendencia iónica (dada por sus radicales en posición 1, 3 y 5 del núcleo benzoico).
 - Iónicos (COOH radical carboxilo): en solución acuosa, las sales de estos medios de contraste se disocian en partículas cargadas (iones): un anión cargado negativamente, que es responsable del contraste, y un catión cargado positivamente, lo que les confiere a su vez mayor osmolaridad. La meglumina es un catión orgánico de elección por su menor actividad farmacológica en comparación con el ion sodio, pero al ser un ion mucho más grande produce un medio de contraste más viscoso. Las partículas eléctricamente cargadas, resultantes de la disociación, pueden influir en los eventos electrofisiológicos del organismo como, por ejemplo, la transmisión del impulso en el sistema nervioso central y periférico así como en el sistema cardiovascular, lo que produce una serie de efectos secundarios.
 - No iónicos (OH radical hidroxilo): se obtienen por combinación de un ácido de medio de contraste con un azúcar o un alcohol polivalente, con lo cual se producen enlaces que no se desdoblán cuando el compuesto entra en disolución. No se disocian sino que permanecen en solución como una partícula eléctricamente neutra, por lo tanto, su osmolaridad es menor. La hidrofilia y la ausencia de cargas eléctricas se traducen en menor unión con las proteínas,

menor inhibición enzimática y escaso efecto sobre la función de las membranas biológicas⁶.

- Su estructura molecular (determinada por el número de núcleos benzoicos).
 - Monoméricos (un núcleo benzoico).
 - Diméricos (dos núcleos benzoicos) ⁶.

La viscosidad es la resistencia que ofrecen los fluidos a la circulación. Tiene relación inversa, aunque no lineal, con la osmolaridad y la temperatura, y relación directa con el tamaño de las moléculas, lo que influye en la quimiotoxicidad del contraste⁶.

La opacidad que logran depende de la concentración de átomos de yodo en cada compuesto, propiedad que se expresa en mg/mL de solución⁶.

2.1.1. Propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los medios de contraste yodados no iónicos de baja osmolaridad

Los contrastes yodados no iónicos son extracelulares. A continuación se mencionan las características farmacocinéticas de estos contrastes cuando se administran por vía intravenosa⁷.

Las principales propiedades que debe presentar un contraste extracelular son una alta solubilidad en agua y una baja unión a las proteínas plasmáticas que aseguren una rápida difusión del mismo por el espacio extracelular, que comprende tanto el espacio vascular como el intersticial. Después de su administración por vía intravenosa, un contraste extracelular se distribuye rápidamente entre los espacios vascular e intersticial, con una vida media de distribución de aproximadamente 3-10 minutos. La vida media de distribución es el tiempo en el que se alcanza la mitad del volumen de distribución, que en un medio de contraste extracelular es igual al volumen del agua extracelular. Los medios de contraste yodados se eliminan por vía renal, con una vida media de eliminación de aproximadamente 1.5-2 horas, sin que prácticamente se metabolicen ni sufran modificación alguna. El mecanismo de eliminación renal de un contraste extracelular es mediante filtración glomerular. No se excretan ni se reabsorben, comportándose como diuréticos osmóticos. Por lo tanto, la eliminación por el riñón y su desaparición completa de la sangre están íntimamente relacionadas con el aclaramiento de creatinina del paciente. Un 90% de la dosis inyectada se elimina en las primeras 24 horas, con concentraciones urinarias máximas en la primera hora. Los medios de contraste yodados no iónicos no se transmiten de forma significativa a la leche materna ni atraviesan la barrera hematoencefálica (BHE) intacta⁷.

En pacientes con insuficiencia renal la excreción por la vesícula y por vía intestinal aumenta⁷.

2.2. Principios físicos

Osmolaridad. La osmolaridad de los medios de contraste yodados constituye un factor de gran importancia debido a que sus efectos adversos más frecuentes parecen estar, al menos en parte, relacionados a ella. Esto incluye los efectos adversos fisiológicos como náuseas y la sensación de calor, las reacciones por hipersensibilidad, las complicaciones luego de un accidente con extravasación del medio de contraste y el intercambio de fluidos entre el compartimento extracelular y el intravascular. Los medios de contraste más modernos poseen menor carga osmótica o son isosmolares respecto al plasma, por lo que presentan menor incidencia de efectos adversos que los contrastes hiperosmolares⁶.

Es particularmente importante tener en cuenta la osmolaridad de los medios de contraste que se administran a recién nacidos, lactantes o niños pequeños. Se sabe que la tolerancia a la carga osmótica de estos pacientes es menor que la de los adultos y que la administración endovenosa de un medio de contraste hiperosmolar puede causar transferencia de fluidos desde el compartimento extravascular al intravascular, con la consecuente expansión del volumen sanguíneo. Si este movimiento es importante, puede provocar falla cardíaca y edema pulmonar. En niños con antecedentes de enfermedad cardíaca persistente debe considerarse el uso de contrastes isosmolares⁶.

Viscosidad. La viscosidad se refiere a la resistencia a la tensión. A medida que aumenta la viscosidad, se incrementa la presión necesaria para la inyección endovenosa del medio de contraste. Esta propiedad es especialmente importante en la administración de contraste a los niños, debido a que en ellos se utilizan agujas de poco calibre en vasos sanguíneos pequeños. En el momento de administración de un medio de contraste yodado, la velocidad de inyección a través de un catéter de pequeño calibre puede verse afectada si la viscosidad del medio de contraste es alta, por lo que puede no obtenerse la velocidad requerida o provocarse la extravasación del contraste debido a la utilización de una alta presión de inyección para lograr el flujo requerido⁸.

Puede disminuirse la viscosidad de un medio de contraste aumentando su temperatura y, de esta manera, permitir un mayor flujo de inyección con presiones menores. Se ha demostrado que calentar los medios de contraste yodados a una temperatura de 37°C facilita su inyección⁹.

2.2.1. Administración

La dosis máxima de contraste yodado en pacientes pediátricos es de 2mL/kg hasta un total de 100 mL. Se utilizan catéteres entre 18 G y 24G de acuerdo al diámetro del acceso venoso.

Con catéteres de 24 G no debe excederse un flujo de inyección de 1,5 mL/min. Cuando se piensa que un acceso vascular puede ser débil, debe considerarse realizar una inyección manual para reducir el riesgo de extravasación del contraste⁶.

2.2.2. Nefropatía inducida por medios de contraste yodados en pediatría

Los efectos producidos por los medios de contraste sobre el riñón, en los niños, son similares a los observados en los adultos con algunas pequeñas diferencias. Al igual que en adultos, los niveles de creatinina plasmática no son buenos indicadores de preservación de la función renal, ya que su concentración puede permanecer dentro de parámetros normales a pesar de que la tasa de filtración glomerular haya disminuido sustancialmente⁶.

Por estas razones, siempre resulta más seguro valorar la función renal sobre la base de la estimación de la tasa de filtración glomerular (eTFG)⁶.

En la actualidad, la mejor manera de estimar la TFG en niños es utilizar la ecuación de Schwartz⁶:

$$TFG \text{ (mL/min/1,73 m}^2\text{)} = (0,41 \times \text{altura -cm-})/\text{creatinina sérica (mg/mL)}$$

2.2.3. Definición

La NIC se define como un rápido deterioro de la función renal luego de la administración parenteral de material de contraste en ausencia de otras causas identificables. Existen distintas definiciones de NIC, si bien probablemente la más aceptada es un incremento de los valores de creatininemia mayores del 25%, o un incremento absoluto de la creatininemia mayor de 0,5 mg/dL en las 48-72 horas posteriores al procedimiento¹⁰.

No obstante, se han reportado variaciones similares en sujetos normales en ausencia de administración de contrastes yodados¹⁰.

La creatinina sérica es una medida indirecta de la función renal, que se encuentra influida por diversos factores como la edad, sexo y masa muscular y puede ser normal en pacientes con nefropatía significativa. Por esta razón, se sugiere estratificar a los pacientes con riesgo de NIC sobre la base de la tasa estimada de filtración glomerular por aclaramiento de creatinina¹⁰.

2.2.4. Fisiopatogenia

La fisiopatología está directamente asociada al efecto sobre las células renales de los agentes de contraste yodado mediante un triple mecanismo¹⁰:

- Isquemia medular. El medio de contraste genera vasoconstricción con aumento de la resistencia vascular disminuyendo el flujo sanguíneo. Asimismo, al haber un flujo con

una mayor viscosidad debido a la alta carga de solutos del medio de contraste, se produce un desequilibrio entre la oferta y la demanda de oxígeno que incrementa la entrega de sodio y cloro al asa de Henle (en donde las porciones ascendentes son gruesas y hay dificultad para el paso del oxígeno). Por lo tanto, se incrementa el consumo de oxígeno y disminuye el intercambio en un órgano que ya de por sí mantiene una tasa metabólica muy alta¹¹.

- Citotoxicidad directa. Se ha señalado la producción de daño celular directo, producido por el propio medio de contraste, en la génesis de la nefropatía. Al estar el medio de contraste en contacto con células del túbulo contorneado proximal se altera su metabolismo celular y se produce hipoxia, liberación de mediadores endógenos como aminas vasoactivas, proteasas plasmáticas y metabolitos del ácido araquidónico¹².
- Obstrucción tubular. Los medios de contraste aumentan la excreción de uratos y, en presencia de deshidratación, estos se precipitan y producen obstrucción intratubular¹¹.

2.2.5. Incidencia

Los informes de la incidencia de NIC son altamente variables; oscilan entre un 2%-10% de pacientes sin factores de riesgo de NIC, un 6%-92%¹³ de pacientes con insuficiencia renal y aproximadamente del 50 % en pacientes diabéticos con insuficiencia renal. Esta variabilidad en la incidencia se debe a diferencias en las poblaciones, en el tipo y volumen de material de contraste utilizado y a la falta de consenso en la definición de NIC. No obstante, resulta oportuno remarcar que los pacientes con función renal normal tienen un riesgo muy bajo de NIC¹⁴.

No hay evidencia sustancial disponible del riesgo de NIC en población pediátrica¹⁵.

2.2.6. Manifestaciones clínicas

En la mayoría de los casos la NIC es un fenómeno autolimitado, con elevaciones discretas de la creatininemia con pico de elevación plasmática en 48-72 horas, que normalmente regresa a niveles basales en 7-14 días. Las manifestaciones clínicas de la NIC son variables, desde una elevación transitoria y aislada de creatininemia, hasta insuficiencia renal aguda (habitualmente no oligúrica), o anuria, con una prolongación en los tiempos de internación y un aumento de la morbilidad intrahospitalaria y a largo plazo. Los pacientes con NIC suelen presentar un sedimento urinario patológico, con proteinuria leve⁶.

2.2.7. Factores de riesgo para NIC

Los factores de riesgo específicos más importantes para el desarrollo de NIC son una insuficiencia renal preexistente y diabetes¹³.

Una historia de falla cardíaca congestiva es un factor de riesgo independiente para el desarrollo de NIC y el riesgo incrementa en pacientes con diabetes o enfermedad renal asociadas, probablemente debido al efecto del bajo flujo renal secundario al bajo gasto cardíaco¹³.

Ciertos medicamentos, incluyendo los Inhibidores de la Enzima Convertidora de Angiotensina (IECA) y los antiinflamatorios no esteroideos (AINE), se han implicado por sus efectos sobre la hemodinamia renal¹³.

Los pacientes con reacciones adversas previas de carácter moderado o grave, a medio de contraste yodado, tienen un riesgo hasta 6 veces mayor que el resto de la población de padecer otra reacción. Los pacientes con cualquier antecedente alérgico, incluyendo las alergias alimenticias, tienen un riesgo 2.5 veces mayor de experimentar una reacción adversa al medio de contraste yodado. El asma bronquial es también un importante factor de riesgo¹³. Por otra parte, existen factores de riesgo para NIC asociados con el procedimiento, como la vía de administración intraarterial, volumen de contraste y repetición de estudios con contraste en cortos períodos de tiempo (menos de 24 horas). La osmolaridad del material de contraste es otro factor de riesgo; la mayor nefrotoxicidad es la de los compuestos de alta osmolaridad en comparación con los de baja osmolaridad o isosmolares, particularmente en pacientes con disfunción renal previa, si bien se han reportado efectos nefrotóxicos con todos los tipos de contraste⁶.

2.2.8. Precauciones

En niños, se utilizan pequeños volúmenes de contraste, catéteres de calibre reducido y sitios inusuales para accesos vasculares. Esto debe tenerse en cuenta, especialmente, cuando se realizan estudios en los que la adquisición de las imágenes debe ser realizada en tiempos estrictamente arteriales o venosos como la angiotomografía computarizada. Una inyección lenta (comparada con aquella utilizada en niños mayores o adultos) puede ser útil para prolongar tiempo de refuerzo con el contraste endovenoso y obtener el resultado deseado⁶.

En recién nacidos y niños pequeños, debe prestarse particular atención durante la inyección del medio de contraste, ya que no pueden comunicar el dolor o las molestias que la inyección puede generar. La tasa de extravasaciones en niños es similar a la de los adultos y se ha

documentado una de 0,3% utilizando una bomba de inyección. La mayoría de las extravasaciones en pediatría se resuelven sin mayores secuelas⁶.

Es necesario considerar que ciertos efectos adversos como las náuseas o el calor en el sitio de inyección, que tienen un significado mínimo cuando se realizan estudios en pacientes adultos, pueden ser desencadenantes de llanto o movimientos en pacientes pediátricos, lo que lleva a la realización de estudios no diagnósticos con la consiguiente necesidad de repeticiones, que someten al paciente a una exposición adicional de radiación y administración de contraste⁶.

2.2.9. Reacciones adversas por hipersensibilidad

Al igual que sucede en pacientes adultos, se ha observado que este tipo de reacciones adversas son menos frecuentes al administrar medios de contraste de baja osmolaridad o isosmolares que cuando se utilizan los tradicionales contrastes hiperosmolares. La incidencia de reacciones adversas aumenta con la edad, por lo que, en niños pequeños son menos frecuentes que en adolescentes. Es importante remarcar que se debe estar muy atento durante la administración del contraste y luego de esta, debido a la imposibilidad de un niño pequeño para comunicar su sintomatología en el caso de reacción adversa o complicación¹⁶.

2.2.9.1. Prevención y tratamiento

En la prevención y tratamiento de las reacciones adversas por hipersensibilidad deben seguirse los mismos lineamientos que en pacientes adultos, pero respetando las dosis recomendadas para pacientes pediátricos. Se recomienda para la premedicación en pediatría el siguiente esquema:

Prednisona 0,5-0,7 mg/kg, vía oral (hasta 50 mg): tres dosis.

- Primera dosis: 13 horas antes del examen.
- Segunda dosis: 7 horas antes del examen.
- Tercera dosis: 1 hora antes del examen.
- Difenhidramina (opcional) 1,25 mg/kg, vía oral (hasta 50 mg), 1 hora antes del examen¹⁷.

2.3. Severidad de NIC según criterios RIFLE modificados para pediatría (*pRIFLE*)

Debido a que el efecto del medio de contraste en el sistema renal es básicamente agudo, se ha considerado apropiado usar los nuevos criterios para lesión renal aguda en adultos,

propuestos en 2004 por el grupo The Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) y adaptados para la utilización en población pediátrica en 2007 (Anexo No. 3)⁵.

Desde su publicación, los criterios RIFLE se han convertido en la definición más usada para compromiso renal agudo en cuidado crítico y en literatura nefrológica. El acrónimo RIFLE (por sus siglas en inglés) significa: (R): Riesgo; (I): (Injury) Lesión; (F): Falla; (L): (Loss) Pérdida temporal y (E): Estado final de la enfermedad renal⁵.

En las primeras tres categorías (R, I, F), los criterios fueron desarrollados con el fin de estandarizar la definición de lesión renal aguda, estratificando los pacientes sobre la base de cambios en la creatinina sérica y/o la producción de orina. P y E, definen dos categorías clínicas de resultados basados en la necesidad de terapia de reemplazo renal, después de la noxa inicial⁵.

La clasificación RIFLE ha sido bien acogida y aceptada en la literatura, con más de ochenta citas; numerosas investigaciones han demostrado su validez y capacidad predictiva en morbilidad y mortalidad hospitalaria y en Unidad de Cuidados Intensivos Adultos⁵.

La evaluación inicial de los criterios RIFLE en pediatría (Anexo No. 3), fue realizada por Akcan-Arikan y colaboradores, quienes hicieron una versión modificada de los criterios utilizando la disminución de la Tasa de Filtración Glomerular (TFG) y la producción urinaria basada en el peso corporal. Esta aproximación se ha correlacionado bien con morbilidad y mortalidad en unidad de cuidados intensivos en niños, y ha tenido buena acogida en la práctica. No obstante, estos criterios nunca han sido utilizados para la valoración de lesión renal aguda por medios de contraste en niños en unidad de cuidados intensivos⁵.

2.4. Prevención

Si bien depende de la evolución del paciente, un valor de creatininemia de los últimos 30 días puede considerarse válido en un paciente ambulatorio estable, no así para un paciente internado, en el que se recomienda un intervalo menor de acuerdo a su evolución. Si el paciente presenta disminución de la función renal y no hay otro examen diagnóstico o terapéutico disponible sin MCI endovascular que pueda reemplazarlo, las medidas profilácticas que presentan un mayor grado de evidencia son (Anexo No. 5)⁶:

- Hidratación: administración endovenosa de solución salina fisiológica (0,9%) a 100mL/hora (en pacientes pediátricos, según dosis recomendadas); 6 a 12 horas antes y 4 a 12 horas después del procedimiento.
- Utilización de contrastes de baja osmolaridad, la menor dosis/volumen que resulte diagnóstica.

- Suspender en lo posible drogas nefrotóxicas (ver a continuación).
- Si fuera necesario repetir la administración de un MCI endovascular, esperar el mayor tiempo posible hasta la próxima administración⁶.

En pacientes con riesgo elevado de NIC, se sugiere suspender los antiinflamatorios no esteroides (AINE) 48 horas antes y discontinuarlos por 48 horas después del procedimiento⁶. Con respecto a los antibióticos de acción potencialmente nefrotóxica como los aminoglucósidos, vancomicina y anfotericina B, se recomienda en lo posible discontinuar su administración por 48 horas periprocedimiento. La discordante evidencia disponible con respecto a los inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina (IECA) no permite establecer una recomendación concreta al respecto¹⁸.

En pacientes de alto riesgo como los diabéticos con insuficiencia renal, podría considerarse la administración de N-acetilcisteína (antioxidante y vasodilatador renal, 600 mg vía oral cada 12 horas, 24 horas antes y después del procedimiento), si bien su eficacia está cuestionada¹⁹.

2.5. Tratamiento

Para todo estudio o procedimiento que necesite la administración de material de contraste es necesario contar con la infraestructura y el personal capacitado para tratar las reacciones adversas que pudieran manifestarse (Anexo No. 4), particularmente, aquellas que ponen en riesgo la vida del paciente⁶.

Como recomendaciones generales es importante:

- Conocer y revisar periódicamente los números de emergencia para solicitar apoyo si fuera necesario. Esto debe ser protocolizado en cada institución.
- Procurar la mejor calidad posible del acceso venoso periférico en todos los pacientes.
- Permanecer cerca del paciente durante los primeros 20 minutos posinyección.
- Si existe riesgo aumentado de reacciones adversas por hipersensibilidad inmediata, mantener la permeabilidad de la vía intravenosa durante 30 minutos después de finalizado el examen.
- Disponer de un botiquín de emergencias con los elementos necesarios para implementar rápidamente las siguientes medidas indispensables (se recomienda revisión periódica del contenido del botiquín):
 - Adecuada vía aérea.
 - Suplemento de oxígeno.
 - Administración de fluidos y drogas endovenosas.

- Control de la presión arterial y frecuencia cardíaca ⁶.

2.5.1. Reacciones por hipersensibilidad inmediata

Dentro de este grupo de reacciones la más importante por su gravedad es la anafilaxia⁶.

Las reacciones anafilácticas se manifiestan en algunas personas tras la administración intravascular de material de contraste por liberación de mediadores químicos de diferentes células del organismo (mastocitos, basófilos, activación del sistema de complemento, sistema fibrinolítico, etc.) ²⁰.

Los mecanismos de acción involucrados no son del todo conocidos. La manifestación clínica de una reacción adversa puede ser múltiple y diferente ante la activación de cualquiera de estos sistemas ²⁰.

Anafilaxia. El diagnóstico es clínico, por este motivo es importante reconocer los criterios establecidos en el Segundo Simposio sobre Definición y Manejo de la Anafilaxia:

- Signos y síntomas cutáneos (eritema generalizado, urticaria y angioedema) sumado a uno de los siguientes:
 - Compromiso respiratorio.
 - Cardiovascular (hipotensión, colapso circulatorio, síncope e incontinencia).
- Dos o más de los siguientes ante una exposición de alérgeno conocido:
 - Minutos u horas de exposición al alérgeno (medio de contraste).
 - Compromiso respiratorio.
 - Hipotensión o síntomas asociados.
 - Síntomas gastrointestinales.
- Presentar hipotensión o pérdida de conocimiento en un paciente con antecedentes de reacciones por hipersensibilidad previos a ese estudio ¹⁵.

En niños, la dosis es de 0,01 mg/kg/dosis hasta un máximo de 0,5 mg ²¹.

En el shock anafiláctico, se debe intentar hasta tres dosis de adrenalina IM, con diferencia de 10 minutos, rotando el lugar de aplicación¹⁶.

Deben incorporarse fluidos, solución fisiológica 500 - 1000 mL presurizados en 1-3 minutos y repetir, si es necesario. Se pueden utilizar coloides tanto como cristaloides¹⁷.

Al mismo tiempo, es necesario administrar difenhidramina (debe recordarse que se está tratando una reacción alérgica):

- La dosis en niños se calcula en 1 mg/kg cada 6 horas IV, IM o VO.
- Es muy útil cuando el paciente presenta urticaria o angioedema.

Nota: La administración precoz de adrenalina por vía intramuscular (IM) o intravenosa (IV) sigue siendo la medicación de primera línea en el tratamiento de la anafilaxia por cualquier causa ²¹.

Anafilaxia refractaria. Los pacientes que sufren hipotensión o shock refractario al tratamiento inicial requieren adrenalina endovenosa e incluso otros como dopamina, dobutamina, vasopresina. La mortalidad en estos pacientes suele ser elevada⁶.

La preparación de la adrenalina endovenosa consiste en diluir una ampolla 1 mg en 100 cm³ y comenzar con 30-100 mL/hora, de acuerdo con la gravedad del cuadro⁶.

Debe administrarse, además, oxígeno con máscara reservorio cuando la saturación de O₂ es menor o igual que 90%, o tubo endotraqueal si no funciona el tratamiento inicial⁶.

En un paciente medicado con betabloqueantes, que presente una anafilaxia refractaria al tratamiento convencional con adrenalina, se puede utilizar glucagón en una dosis inicial de 1-5 mg, IV, seguido de una infusión 5-15 µg/min, titulada según la presión arterial. En estos pacientes, además, puede ser necesaria la utilización de anticolinérgicos como la atropina ⁶.

Anafilaxia bifásica. Entre 1% y 20% de los pacientes que han tenido anafilaxia repiten el episodio horas más tarde (1-72 horas después). El 80% lo hace dentro de las primeras 8 horas. Si bien no es posible prevenir esta situación, se han reconocido algunos factores que podrían marcar predisposición a dicha reincidencia:

- Cuando se demoró la administración de adrenalina o la dosis fue insuficiente; este sería el factor más importante.
- Demora en la respuesta al tratamiento de la primera reacción.
- Paciente medicado con Inhibidores de enzima convertidora de angiotensina (IECA) o betabloqueantes.
- Morbilidades concurrentes.
- Pacientes asmáticos⁶.

Es por esto que en esta clase de pacientes se aconseja monitoreo durante las siguientes 12 horas y alta con pautas de alarma y control por médico especialista en alergia e inmunología¹⁶.

Broncoespasmo. Los pacientes con antecedentes de asma bronquial tienen mayor riesgo. Deben ser evaluados y controlados antes del estudio contrastado. Si se sospecha que el paciente no está en condiciones, es conveniente derivarlo al especialista en alergia para ajustar la medicación. Si se encuentra en seguimiento por un neumólogo, también conviene derivarlo a su médico⁶.

Es necesario interrogar sobre el uso de aerosoles, ya que existe la posibilidad de que el paciente los utilice a diario y no refiera asma bronquial⁶.

En caso de broncoespasmo durante el procedimiento con contraste, se administrarán 5 mg de salbutamol nebulizado o en aerosol provisto de aerocámara con válvula, 4 inhalaciones (puff) cada 10 minutos hasta notar mejoría en el paciente. Luego, deberá espaciarse la administración hasta llegar a 2 inhalaciones cada 4-6 horas²⁰.

Es necesario administrar oxígeno y corticoides, hidrocortisona 100-500 mg, IV, o prednisona 40 mg, vía oral⁶.

Si el paciente comienza bruscamente con tos y/o disfonía, deberá sospecharse edema de glotis ⁶.

Urticaria y angioedema. Ante un paciente que comience con prurito durante la administración del contraste, se debe suspender inmediatamente el procedimiento y ver la evolución. Debe administrarse difenhidramina a las dosis ya establecidas⁶.

Si un paciente comienza con urticaria, debe administrarse inmediatamente difenhidramina y controlar su evolución prestando especial atención a los síntomas respiratorios y la presión arterial ²³.

Si el paciente presenta urticaria más edema generalizado o angioedema cutáneo (párpado, labio, manos, etc.), se debe administrar, junto con el antihistamínico, un corticoide, ya sea hidrocortisona 100-500 mg, IV, o prednisona 40 mg, VO ²⁴.

Hipotensión con bradicardia. En este caso particular se deben considerar varios puntos:

- Debe descartarse la anafilaxia. Antecedentes de reacciones por hipersensibilidad previas al contraste, a algún medicamento o bien compromiso de otros sistemas (piel, respiratorio, otros). La infiltración mastocitaria puede desencadenar bradicardia e incluso cambios inespecíficos en el electrocardiograma.
- Reacción vasovagal. Debe colocarse al paciente horizontal, administrar fluidos, preferentemente solución fisiológica y colocar oxígeno con máscara.

En general, estas medidas son suficientes y conducen a la rápida resolución de los signos y síntomas del paciente. De no ser así se debe administrar atropina utilizando las siguientes dosis:

- Niños: 0,02 mg/kg, IV (máximo: 0,5 mg por dosis) y repetir, si es necesario, luego de 3-5 min hasta 2 mg en total ²¹.

En un paciente con betabloqueantes se puede utilizar una ampolla de glucagón (IV) e incluso preparar una infusión, si no responde ⁶.

Hipotensión con taquicardia

- Descartar anafilaxia.
- Evaluar otros diagnósticos diferenciales (sangrado interno, arritmia, insuficiencia cardíaca, etc.) y actuar en consecuencia.
- Administrar fluidos IV. Realizar electrocardiograma ⁶.

2.5.2. Reacciones por hipersensibilidad tardía

Se considera dentro de este grupo a aquellas reacciones que se manifiestan luego de la primera hora del procedimiento. Su incidencia se estima en un 0,5% al 2% de los receptores de medios de contraste.

Este tipo de reacciones son, habitualmente, leves o moderadas. Incluyen exantemas eritematopapulares o más rara vez urticaria o angioedema. La mayoría se produce entre las 3 horas y los 2 días posteriores a la administración de la sustancia de contraste y suelen resolverse entre 1 y 7 días, aproximadamente.

Su tratamiento es sintomático según el tipo de lesión cutánea y su gravedad.

En general, se indican antihistamínicos y, en algunas ocasiones, corticoides vía oral ²⁵.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General:

- Cuantificar la incidencia acumulada de nefropatía en la población pediátrica expuesta a medio de contraste yodado intravenoso, para realización de tomografía y pielograma intravenoso, en el Hospital Roosevelt.

3.2. Objetivo Específico:

- Determinar la severidad del desarrollo de nefropatía inducida por contraste yodado intravenoso en la población pediátrica, mediante los *criterios de RIFLE modificados para pediatría (pRIFLE)*.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo de estudio

Estudio descriptivo prospectivo donde se cuantificó la incidencia acumulada de nefropatía en la población pediátrica expuesta a medio de contraste yodado no iónico de baja osmolaridad (Optiray® 300) vía intravenosa, para realización de tomografía y pielograma intravenoso, en el Hospital Roosevelt durante el período de Enero a Octubre del año 2017.

4.2. Población

Todos los pacientes pediátricos ingresados al Departamento de pediatría del Hospital Roosevelt a quienes se les realizaron estudios con medio de contraste yodado intravenoso sin previa evidencia de lesión renal.

4.3. Selección y tamaño de la muestra

La muestra del estudio actual fue tomada a conveniencia, analizándose únicamente 60 pacientes, de los cuales a 56 se les realizó estudio de tomografía computarizada, y a 4 pielograma intravenoso. La pérdida de casos se justifica por egreso de pacientes previo a las 48 horas, y a la falta de apego por parte de los médicos tratantes a la realización del control del valor de creatinina a las 48 o 72 horas posterior a la administración del medio de contraste.

4.4. Criterios de inclusión y exclusión

- **Criterios de inclusión:**

Pacientes hospitalizados menores de 12 años a quienes se les realizó estudios con medio de contraste yodado intravenoso sin previa evidencia de lesión renal calculada por tasa de filtración glomerular según la ecuación de Schwartz para pediatría:

$$TFG \text{ (mL/min/1,73 m}^2\text{)} = (0,41 \times \text{altura -cm-})/\text{creatinina sérica (mg/mL)}$$

- **Criterios de exclusión**

- Tasa de filtrado glomerular ≤ 60 mL/min.
- Contraindicación para la aplicación de medio de contraste yodado intravenoso:
 - **Reacciones Previas.**
 - **Historia de Alergias.**
 - **Mieloma Múltiple.**
 - **Insuficiencia Renal.**
 - **Embarazo.**
 - **Falla Cardíaca Congestiva.**
 - **Feocromocitoma.**

4.5. Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Paciente pediátrico	Se define paciente pediátrico a todo aquel paciente menor de 12 años de edad, según la normativa del Hospital Roosevelt.	1 días - < 12 años (Referido en el expediente)	Cuantitativa	Intervalo	Años, meses, y días
Nefropatía inducida por contraste (NIC)	La NIC se define como un rápido deterioro de la función renal luego de la administración parenteral de material de contraste en ausencia de otras causas identificables.	Valor de creatinina sérica basal con un incremento absoluto mayor de 25% en las 48-72 horas posteriores al procedimiento.	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • SI • NO
Criterios RIFLE modificados para pediatría (<i>pRIFLE</i>)	La escala <i>pRIFLE</i> es un instrumento de clasificación que unifica los criterios clásicos de lesión renal aguda en pacientes pediátricos, facilitando la clasificación de estos. Las variables que integran la escala RIFLE son, por sus siglas en inglés: Risk, Injury, Failure, Loss y End Stage Kidney Disease	<p>Valor de filtración glomerular obtenido a las 48 y 72 horas, después de del medio de contraste yodado (Optiray® 300).</p> <p>Criterios <i>pRIFLE</i></p> <p>Riesgo: TFG disminuye más de 25%</p> <p>Lesión: TFG disminuye más del 50%.</p> <p>Falla: TFG disminuye más de 75%.</p> <p>Pérdida: Falla renal persistente por más de 4 semanas.</p> <p>Enfermedad renal en estadio final: Falla renal persistente por más de 4 meses.</p>	Cualitativa	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo • Lesión • Falla • Pérdida • Enfermedad en estadio final

4.6. Instrumentos utilizados para la recolección de la información

El instrumento utilizado (Anexo No. 6) fueron los pacientes ingresados en el servicio de pediatría a los que se les realizó estudios con medio de contraste yodado intravenoso, los cuales llevaron seguimiento con valores de creatinina basal y tasa de filtración glomerular a las 48 y 72 horas posterior al estudio.

4.7. Procedimientos para garantizar aspectos éticos de la investigación

El estudio estuvo enfocado en el diagnóstico del paciente, no se utilizaron nuevas técnicas o ni grupos de control, por lo que a todos los pacientes fueron tratados por igual, respetando la confidencialidad de los resultados. Además, se utilizó un consentimiento informado (Anexo No. 7), explicando los efectos adversos que conllevaba la administración del medio de contraste

yodado por vía endovenosa; dicho consentimiento fue firmado por parte de los padres, o encargados del menor al que se le realizaría el estudio.

4.8. Procedimientos de análisis de la información

Se calculó la tasa de filtración glomerular mediante la ecuación de Schwartz. Los estadios de compromiso renal agudo se definieron mediante los criterios RIFLE pediátricos. Se realizó un análisis descriptivo univariado empleando frecuencias absolutas, y medidas de tendencia central y dispersión. Todos los procedimientos estadísticos descritos se realizaron con el programa Excel® 2013.

V. RESULTADOS

TABLA 1. ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS A QUIENES FUE APLICADO MEDIO DE CONTRASTE YODADO POR VÍA INTRAVENOSA		
ESTUDIO REALIZADO	Número	Porcentaje (%)
Tomografía computarizada	56	93
Pielograma intravenoso	4	7
Total	60	100
SEXO		
Masculino	35	58
Femenino	25	42
TOTAL	60	100
DIAGNÓSTICO DE ADMISIÓN		
Litiasis renal	8	13
Apendicitis aguda	34	57
Proceso linfoproliferativo	14	30
Trauma cerrado de abdomen	4	7
TOTAL	60	100
ANTECEDENTES DE RIESGO PARA DESARROLLO DE NIC		
Asma	1	2
Hipertiroidismo	1	2
TOTAL	2	4

*NIC: Nefropatía Inducida por Contraste

TABLA 2	MEDICAMENTOS NEFROTÓXICOS UTILIZADOS	
FÁRMACO	Número	Porcentaje (%)
AINES*	17	28
Aminoglucósidos	12	20

*AINES: Antiinflamatorios no esteroideos.

TABLA 3	ADMINISTRACIÓN MEDIO DE CONTRASTE YODADO INTRAVENOSO					
	PREVIO		48 HORAS		72 HORAS	
FUNCIÓN RENAL	<input type="checkbox"/>	DS	<input type="checkbox"/>	DS	<input type="checkbox"/>	DS
TFG*	118	12	108	9	108	8
CREATININA	0.39	0.09	0.42	0.08	0.42	0.08

*TFG: Tasa de Filtración Glomerular

Tabla 4	PERFIL SOCIOANTROPOMÉTRICO		
EDAD <input type="checkbox"/>	DS	TALLA <input type="checkbox"/>	DS
6	3	111	20

En el estudio no se evidenció alteración en los valores de creatinina a las 48 horas, ni a las 72 horas posterior a la realización del estudio con medio de contraste administrado por vía intravenosa.

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se evaluó a un total 60 pacientes en edad pediátrica (Tabla 1), de los cuales 35 fueron de sexo masculino y 25 de sexo femenino, a quienes se les administró por vía intravenosa medio de contraste yodado iónico de baja osmolaridad (Optiray® 300) para la realización de estudios radiológicos (tomografía computarizada y pielograma intravenoso), quienes tuvieron seguimiento de la variación absoluta de la creatinina sérica basal y de tasa de filtración glomerular, calculada en base a la fórmula de Schwartz para pediatría, a las 48 horas y 72 horas posterior a la realización del estudio, utilizando los criterios RIFLE modificados para pediatría, sin embargo, se destaca que ningún paciente durante la realización del estudio cumplió los criterios de nefropatía inducida por contraste.

La impresión clínica (Tabla 1) más frecuente por parte de los médicos tratantes que justificaron la realización de un estudio radiológico con utilización de medio de contraste yodado intravenoso fue apendicitis aguda (57%), utilizando el recurso de la tomografía computarizada, previa evaluación ultrasonográfica reportada como no concluyente.

Se reportaron únicamente dos casos con antecedentes médicos con riesgo para el desarrollo de nefropatía inducida por contraste (Tabla 1), de los cuales se menciona el antecedente de asma, y el antecedente de hipertiroidismo, representando así el 4% del total de pacientes evaluados.

Llama la atención que el grupo de pacientes medicado con fármacos nefrotóxicos (Tabla 2), ninguno cumplió criterios de nefrotoxicidad en el respectivo seguimiento.

El estudio de imagen diagnóstica más frecuentemente utilizado (Tabla 1) por parte los médicos tratantes fue la tomografía computarizada, con un total de 56 estudios; en comparación a los 4 estudios de pielograma intravenoso.

No se aplicaron protocolos de prevención en ninguno de los pacientes estudiados (Anexo No. 5).

Es importante el diagnóstico temprano y oportuno de falla renal mediante el cálculo de la tasa de filtración glomerular utilizando la fórmula de Schwartz para pediatría, con la finalidad de prevenir la nefropatía inducida por medios de contraste yodados.

El seguimiento hemodinámico que se les realiza a los pacientes pediátricos en el Hospital Roosevelt, hace que su estado de hidratación sea adecuadamente regulado, medida que ha sido demostrada como la mejor nefroprotección en múltiples estudios.

6.1. CONCLUSIONES

- 6.1.1.** No se reportaron casos que cumplieran con la definición de nefropatía inducida por contraste en la población pediátrica expuesta a medio yodado intravenoso de baja osmolaridad, según criterios RIFLE pediátricos, en la realización de tomografía computarizada y pielograma intravenoso, en el Hospital Roosevelt durante enero a octubre del 2017.
- 6.1.2.** En comparación con lo reportado en la literatura en la población pediátrica, se estima hasta un 10% de nefropatía inducida por contraste (NIC), por lo que, a pesar de no haber presentado casos de NIC en el estudio actual, el resultado es próximo a los valores descritos. Por lo tanto, los resultados expuestos en esta investigación se acoplan a lo reportado en la literatura.

6.2. RECOMENDACIONES

- 6.2.1.** Se recomienda el seguimiento de los valores de creatinina y de tasa de filtración glomerular en todo paciente a quien se le realice estudios radiológicos con medio de contraste yodado administrado por vía intravenosa, para detectar de forma oportuna la nefropatía inducida por medio de contraste, y así mismo, abordar de forma temprana el protocolo de seguimiento en estos pacientes para evitar complicaciones posteriores que esta condición pueda desarrollar.
- 6.2.2.** Se recomienda también, establecer un protocolo de prevención para NIC en pacientes pediátricos previo a la administración intravenosa de medio de contraste yodado (Anexo No. 5).
- 6.2.3.** Este estudio es el primero en Guatemala que reporta incidencia de nefrotoxicidad por medio de contraste yodado no iónico de baja osmolalidad en pacientes pediátricos utilizando los criterios RIFLE modificados para pediatría y la variación de la creatinina. Sin embargo, debido al relativo pequeño número de pacientes estudiados, los resultados se consideran como un reporte preliminar y se recalca la necesidad de estudios multicéntricos en unidades de cuidado pediátrico, para valorar la ocurrencia de nefrotoxicidad por medio de contraste y los factores de riesgo específicos para la población infantil.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morkos SK. Nefropatía por contraste y su prevención. En: TC y RM Diagnóstico por imagen del cuerpo humano. 5.^a ed. Barcelona: Elsevier Saunders; 2011: vol 1 p. 1807-1811.
2. Fernández Viera. Reacciones adversas a los contrastes yodados intravenosos: estudio durante 4 años. [en línea]. Rev Cubana Hig Epidemiol 33(1):13-14; 1995 [citado 24 Abr 2016]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30031995000100007&lng=es.
3. Juchem BC, Dall'Agnol CM. Immediate adverse reactions to intravenous iodinated contrast media in computed tomography. [en línea]. Rev Latino-Am Enfermagem. febrero de 2007;15(1):78-83. [citado 24 Abr 2016]. Disponible en: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n1/es_v15n1a12.pdf
4. Aguire M. Nefropatía por medios de contraste. [en línea]. Acta Médica Colombiana. junio de 2007;32:68-79. [citado 24 Abr 2016]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/amc/v32n2/v32n2a5.pdf>
5. Bello Caicedo YE, Moreno Gómez LA, Montoya RD, Díaz MH. Frecuencia de nefrotoxicidad y su severidad en niños de unidad de cuidados intensivos e intermedios pediátricos, expuestos a medio de contraste intravenoso, para realización de tomografía computarizada. [en línea]. Rev.Colomb.Radiol. 2015; 26 (3): 4238 – 45. [citado 24 Abr 2016]. Disponible en: http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR26-3/02_Nefrotoxicidad.pdf
6. García Mónaco R, Pagaini L, Ocantos J. Medios de contraste radiológicos: lo que un médico no puede dejar de conocer. 1 ed. Buenos Aires [Argentina]: Ediciones Journal; 2011.
7. Oleaga Zufiría L, Lafuente Martínez J. Aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007.
8. Weisbord SD, Palevsky PM. Prevention of Contrast-Induced Nephropathy with Volume Expansion. CJASN. enero de 2008;3(1):273-80. DOI: 1555-9041, 1555-905X
9. Vergara M, Seguel S. Adverse reactions to contrast media in CT: effects of temperature and ionic property. Radiology 1996; 199: 363-6.
10. American College of Radiology (ACR). Manual on Contrast Media. Version 7. 2010. Disponible en: http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/contrast_manual/FULLManual.aspx
11. European Society of Urogenital Radiology (ESUR). Guidelines on Contrast Media. ESUR Contrast Media Safety Committee. Versión 7.0. Agosto 2008. Disponible en: <http://www.esur.org/Contrastmedia.51.0.htm>

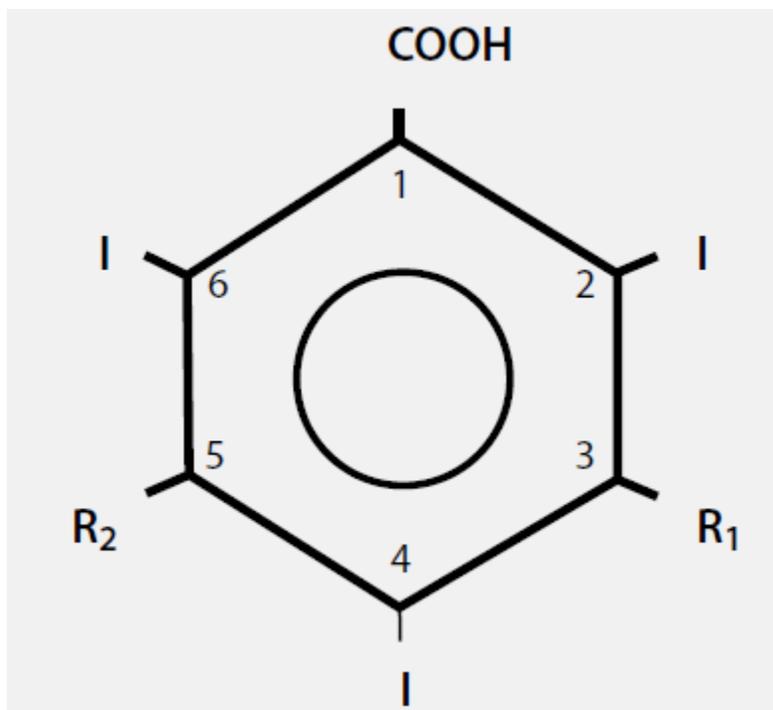
12. Mitchell AM, Jones AE, Tumlin JA, Kline JA. Incidence of contrast-induced nephropathy after contrast-enhanced computed tomography in the outpatient setting. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5: 4-9. DOI: 10.2215 / CJN.05200709. Epub 2009 3 de diciembre.
13. Fernández-Cimadevilla OC, Barriales-Alvarez V, Lozano-Martínez Luengas I. Nefropatía inducida por contraste. *Medicina Clínica*. junio de 2011;137(2):84-90. DOI: 10.1016/j.medcli.2010.04.008
14. Rudnick, M., & Feldman, H. (2008). Contrast-Induced Nephropathy: What Are the True Clinical Consequences? *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3(1), 263–272. doi:10.2215/cjn.03690907
15. Osorio M. Nefropatía inducida por medio de contraste endovenoso yodado. [en línea]. *Anales de Radiología México*. 2011;1:21-26. [citado 08 Sep 2016]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2011/arm111d.pdf>
16. WAO Position Paper. World Allergy Organization Guidelines for the Assessment and Management of Anaphylaxis. *WAO Journal* 2011; 4: 13-53.
17. ACR Committee on Drugs and Contrast Media American College of Radiology. Contrast Media in Children. In: ACR. Manual on contrast media. Version 7; diciembre 2010. p. 37-42. Disponible en: http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/contrast_manual/FuIIManual.aspx
18. Dillman JR, Strouse PJ, Ellis JH, Cohan RH, Jan SC. Incidence and severity of acute allergic-like reactions to i.v. nonionic iodinated contrast material in children. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 1643-7.
19. Merten GJ, Burgess WP, Gray LV, Holleman JH, Roush TS, Kowalchuk GJ, et al. Prevention of contrast-induced nephropathy with sodium bicarbonate: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 291: 2328-34.
20. Mueller C, Buerkle G, Buettner HJ, Petersen J, Perruchoud AP, Eriksson U, et al. Prevention of contrast media-associated nephropathy: randomized comparison of 2 hydration regimens in 1620 patients undergoing coronary angioplasty. *Arch Intern Med* 2002; 162: 329-36.
21. Goldenberg I. Nephropathy induced by contrast media: pathogenesis, risk factors and preventive strategies. *Canadian Medical Association Journal*. 24 de mayo de 2005;172(11):1461-71. DOI: 10.1503/cmaj.1040847
22. Reddan D. Patients at high risk of adverse events from intravenous contrast media after computed tomography examination. *European Journal of Radiology*. mayo de 2007;62:26-32. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.02.019
23. American College of Radiology, Committee on Drugs and Contrast Media. [en línea]. ACR manual on contrast media 2015. [citado 08 Sep 2016]. Disponible en: <http://www.acr.org/~link.aspx?id=29C40D1FE0EC4E5EAB6861BD213793E5&z=z>

24. Lieberman P, Nicklas RA, Oppenheimer J, Kemp SF, Lang DM, Bernstein DI, et al. The diagnosis and management of anaphylaxis practice parameter: 2010 Update. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. septiembre de 2010;126(3):477-480.e42. DOI: 10.1016/j.jaci.2010.06.022
25. Lieberman P. Biphasic Anaphylaxis. *Allergy Clin Immunol Int – J World Allergy Org*. 2004; 16:241-8.

VIII. ANEXOS

ANEXO No. 1

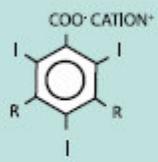
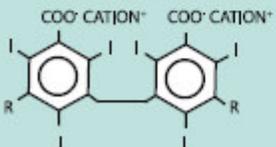
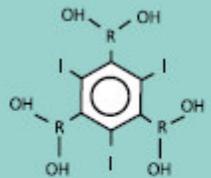
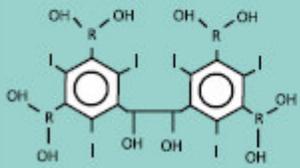
Anillo de benceno. Ácido triyodobenzoico.



- Tres átomos de yodo en las posiciones C2, C4 y C6.
- Grupo carboxilo en la posición C1.
- Radicales orgánicos en posiciones C3 y C5, que determinan solubilidad, unión a proteínas y vía de excreción.

ANEXO No. 2

Clasificación de los medios de contraste yodados.

Clasificación	Nombre comercial	Principio activo	Osmolaridad (mOsm/kg)
Iónicos monoméricos 	Telebrix®	ioxitalamato	Alta (1710)
Iónicos diméricos 	Hexabrix®	ioxaglato	Baja (600)
No iónicos monoméricos 	Iopamirom®	lopamidol	Baja (616)
	Omnipaque®	lohexol	Baja (640)
	Optiray®	loversol	Baja (630)
	Xenetix®	lobitridol	Baja (695)
No iónicos diméricos 	Visipaque®	Iodixanol	Isoosmolar (290)

ANEXO No. 3

Criterios RIFLE modificados para pediatría (*pRIFLE*).

CRITERIO	Tasa de filtración glomerular (TFG)
Riesgo	Si TFG disminuye más de 25%
Lesión	Si TFG disminuye más de 50%
Falla	Si TFG disminuye más de 75% o TFG <35 ml/min/1.73m ²
Pérdida	Falla renal persistente por más de 4 semanas
Enfermedad renal estadio final	Falla renal persistente por más de 3 meses

Criterios *pRIFLE* para severidad en el desarrollo de NIC a las 48 horas y 72 horas posterior a la administración intravenosa de medio de contraste yodado.

ANEXO No. 4. ALGORITMO DE TRATAMIENTO PARA REACCIONES POR CONTRASTE

****Conservar acceso IV y establecer si es necesario**

Síntomas	Nivel de reacción	Sin medicación intravenosa	Intervención medicamentosa
Urticaria	Leve (Monitorear al paciente durante 20-30 min)	A menudo no se necesita tratamiento	Si la urticaria es dispersa y transitoria: la mayoría de los casos se resuelven por sí solos, pero si son sintomáticos: administre difenhidramina (Benadryl): 25-50mg PO / IV / IM
	Moderate	Monitorear EKG, BP, sPO2	Si la urticaria es numerosa / molesta: Dar difenhidramina (Benadryl): 25-50 mg PIV
	Severo	Iniciar O2 6-10L/min en mascarilla. Monitorear EKG, BP, sP02	Si la urticaria es generalizada / progresiva: Dar difenhidramina (Benadryl): 25-50 mg PIV o administrar epinefrina (1: 1000 EpiPen 0,3 ml): IM hasta el muslo
Angioedema (Eritema Difuso)	Leve (Monitorear durante 20-30 min)	Iniciar O2 6-10L/min en mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Ningún otro tratamiento que no sea O2 a través de la mascara.
	Moderado	Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Si el paciente está hipotenso: Administrar solución salina al 0.9%: 500-1,000mL IV rápidamente
	Severo	Elevar las piernas 60 ° Iniciar O2 a 6-10L/por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Si el paciente está profundamente hipotenso o no responde al bolo de líquido: Administre epinefrina (1: 10,000 vial 0.1mg / mL): IV 1- 3mL lentamente en una infusión intravenosa de solución salina (puede repetir de 5 a 10 min hasta 10mL en total) O Administrar epinefrina (1: 1,000 EpiPEN 0.3mL): IM al muslo (puede repetir X3) ** Si el paciente está profundamente hipotenso, no se recomienda ya que las extremidades pueden no estar profundamente perfundidas lo suficiente como para permitir una absorción adecuada del medicamento administrado IM.
Edema laríngeo	Severo	Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar epinefrina (1: 10,000 vial 0.1mg / mL): IV 1-3mL lentamente en una infusión intravenosa IV de solución salina (puede repetir de 5 a 10 minutos hasta un total de 10mL) O Administrar epinefrina (1: 1,000 EpiPen 0.3 ml): IM al muslo (puede repetir X3) ** Si el pt es profundamente hipotenso, no se recomienda ya que las extremidades pueden no estar suficientemente perfundidas para permitir una absorción adecuada del medicamento administrado por IM
Hipotensión (PAS<90mmHg) Con bradicardia (pulso <60lpm)	Moderado	Elevar las piernas 60 ° Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar SSN 0.9%: 500- 1,000mL IV rápidamente
	Severo	Elevar las piernas 60 ° Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar atropina: IV 0.6-1mg más de 1 minuto (puede repetir c/3-5min hasta un máximo de 3 mg)
Hipotensión (PAS<90mmHg) Con taquicardia (pulso>100bpm)	Moderate	Elevar las piernas 60 ° Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar SSN 0.9%: 500- 1,000mL IV rápidamente
	Severo	Elevar las piernas 60 ° Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar epinefrina (1: 10,000 vial 0.1mg / mL): IV 1-3mL lentamente en una infusión intravenosa IV de solución salina (puede repetir de 5 a 10 min hasta un total de 10mL) O Administrar epinefrina (1: 1,000 0.3mL): IM al muslo (puede repetir X3) ** Si pt está profundamente hipotenso, no se recomienda ya que las extremidades pueden no estar profundamente perfundidas lo suficiente como para permitir una absorción adecuada del medicamento administrado IM
Broncoespasmo	Leve (Monitorear pt durante 20-30 min)	Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Dar albuterol (Proventil) inhalador: 2-3 inhalaciones. Puede repetir. Si pt no responde a los inhaladores, pase al siguiente nivel de tratamiento de reacción
	Severo	Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar epinefrina (1: 1,000 EpiPEN 0.3 ml): IM en muslo (puede repetir X3) O Administrar epinefrina (1: 10,000 vial 0.1mg / mL): IV 1-3mL lentamente en una infusión intravenosa IV de solución salina (puede repetir de 5 a 10 minutos hasta un total de 10mL)
Crisis Hipertensiva (PAS>120mmHg y/o PAS>200mmHg)	Severo	Iniciar O2 6-10L/min por mascarilla. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar labetolol: 20 mg IV lentamente durante 2 minutos (puede duplicar la dosis c/10 minutos hasta 300 mg) O Administrar furosemda (Lasix): 20-40 mg IV lentamente durante 2 minutos Y nitroglicerina: tab de 0,4 mg, sublingual (puede repetir X3 c/5-10min) O BIEN use la pomada tópica al 2% aplique una tira de 1 pulgada

Edema Pulmonar	Severo	Elevar la cabeza de la cama. Iniciar O2 6-10L/min via mask. Monitorear EKG, P/A, sP02	Administrar furosemida (Lasix): 20-40 mg IV lentamente durante 2 minutos Y Administrar morfina: 1-3mg IV (puede repetirse c/5-10min prn)
Convulsiones	Severo	Colocar al pt de lado Tener succión a la mano. Iniciar O2 6-10L/min via mask Monitorear EKG, P/A, sP02	Give LORazepam (Ativan): 2-4mg IVP slowly



Washington University Physicians®

Washington University School of Medicine in St.Louis

Recommendations obtained from ACR Manual on Contrast Media Version 10, 2015

ANEXO No. 5

Protocolo de prevención recomendado para NIC.

PROTOCOLO DE PREVENCIÓN PARA NIC	
Hidratación	Administración endovenosa de solución salina fisiológica (0,9%) a 100mL/hora (en pacientes pediátricos, según dosis recomendadas); 6 a 12 horas antes y 4 a 12 horas después del procedimiento.
Medio de Contraste	Utilización de contrastes de baja osmolaridad, la menor dosis/volumen que resulte diagnóstica
Fármacos	Antibióticos como los aminoglucósidos, vancomicina y anfotericina B, se recomiendan en lo posible discontinuar su administración por 48 horas periprocedimiento.
	Suspender AINE 48 horas antes y discontinuarlos 48 horas después del procedimiento

ANEXO No. 6



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNÓSTICAS



BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES

Número de Rayos X:
Edad:
Sexo:

Departamento:

Servicio:

PREVIO A REALIZACIÓN DE ESTUDIO INTRAVENOSO CON CONTRASTE YODADO		
Fecha: / /	Talla: cms	
Exploración con contraste yodado:		
Tomografía computarizada	<input type="checkbox"/>	
Pielograma Intravenoso	<input type="checkbox"/>	
Antecedentes médicos	SI	NO
1. Historia de reacción moderada o severa al contraste yodado		
2. Historia de alergia que requiere tratamiento		
3. Historia previa de estudio con medio de contraste yodado (< 7 días)		
4. Historia de asma		
5. Hipertiroidismo		
6. Hipertensión arterial		
7. Fallo cardíaco		
8. Diabetes Mellitus		
9. Historia de falla renal		
10. Antecedente quirúrgico renal		
Toma de fármacos		
a. Metformina		
b. Interleucina-2		
c. AINES		
d. Beta bloqueadores		

SEGUIMIENTO POSTERIOR A LA ADMINISTRACIÓN IV DE MCI	
Valor de creatinina posterior a la realización del estudio*:	
Creatinina a las 48 horas:	mg/dL
TFG** a las 48 horas:	mL/min
Creatinina a las 72 horas:	mg/dL
TFG** a las 72 horas:	mL/min
¿Desarrolló nefropatía inducida por medio de contraste?	
SI	NO
Severidad*** (solo si la respuesta anterior es afirmativa):	
Riesgo	
Lesión	
Falla	
Pérdida	
Enfermedad renal en estadio final	

* Se considera desarrollo de nefropatía inducida por contraste a la elevación del valor de la creatinina basal >25% a las 48 – 72 horas posterior a la realización del estudio con contraste yodado intravenoso.

** $TFG (mL/min/1,73 m^2) = (0,41 \times altura \text{ -cm-})/creatinina \text{ sérica (mg/mL)}$ –Fórmula de Schwartz–

*** La severidad mediante criterios de RIFLE modificados para pediatría (*pRIFLE*):

CRITERIO	Tasa de filtración glomerular (TFG)
Riesgo	Si TFG disminuye más de 25%
Lesión	Si TFG disminuye más de 50%
Falla	Si TFG disminuye más de 75% o TFG <35 ml/min/1.73m ²
Pérdida	Falla renal persistente por más de 4 semanas
Enfermedad renal estadio final	Falla renal persistente por más de 3 meses

ANEXO No. 7



código
174

Diagnóstico por Imágenes
Hospital Roosevelt

Consentimiento informado para Tomografía

Nombre : _____ Edad _____ Registro Médico

--	--	--	--	--	--	--	--

Departamento _____ Servicio _____ # Rayos X

--	--	--	--	--	--	--	--

Información del procedimiento

A petición del medico tratante a: usted / hijo / a o persona a quien representa, se le va a realizar un Tomografía, procedimiento, que permitirá obtener información importante sobre su enfermedad.

Este procedimiento consiste en que, pincharemos una vena del brazo, e inyectaremos Medio de Contraste Iodado No Iónico para evaluar adecuadamente las estructuras anatómicas

En algunos momentos este procedimiento puede producir algunas molestias:

• Por el Medio de Contraste

Es frecuente sentir ligera picazón (escozor) al introducir el medio de contraste, mal sabor en la boca y ocasionalmente náusea en el que puede llegar a vomitar. En ocasiones las molestias pueden incrementarse (ocurre 1 en cada 250,000 personas), hay sensación de ahogo, palpitaciones fuertes, en algunos casos al aumentar más las molestias, La Literatura ha reportado dificultad para respirar (sensación que se cierra la garganta) y alteración en la función renal para el cual usamos antihistamínicos u otro medicamento inyectado (intramuscular o intravenoso) dependiendo del caso para aliviarle.

- Por la técnica que se usa puede tener un morete en la zona del pinchazo.
- Riesgo personalizado: _____

Todos los medios existentes en el Hospital, el personal médico y para-médico están dispuestos para atender cualquier eventualidad descrita en el presente documento.

Por el paciente:

Declaro que he sido informado a satisfacción por el médico que realizará La Tomografía de la conveniencia del mismo y de las complicaciones que puedan presentarse, he podido hacer todas las preguntas necesarias y he obtenido respuestas que han aclarado las dudas, por lo que voluntariamente firmo y pongo mi huella dactilar al presente documento.

Firma del paciente _____

Cédula de identificación

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nombre y firma del Padre/ madre o representante legal _____

Cédula de Identificación

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Parentesco _____

Nombre y firma del Testigo _____ # Cédula

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: **INCIDENCIA DE NEFROPATÍA INDUCIDA POR CONTRASTE EN PACIENTES PEDIÁTRICOS EXPUESTOS A MEDIO YODADO INTRAVENOSO**, para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.