



## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

# Diagnosis and Evaluation of Pediatric Urolithiasis

## Diagnóstico y evaluación de la litiasis pediátrica

Jeaneth Maricela Haro Chávez<sup>1</sup>  , Esteban Mauricio Castillo Noboa<sup>2</sup>  , Juan Carlos Santillán Lima<sup>3</sup>  ,  
Dayssy Viviana Crespo Vallejo<sup>4</sup>  , Lisseth Gabriela Ríos Latorre<sup>5</sup>  , Francisco Javier Maygualema León<sup>5</sup>  

<sup>1</sup>Hospital Provincial General Docente de Chimborazo, Neonatología. Área de Neonatología y Pediatría. Riobamba, Chimborazo. Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Posgrados. Matemática Computacional. Riobamba, Chimborazo. Ecuador.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Informáticas. Doctorado en Ciencias Informáticas. La Plata. Argentina.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina. Riobamba, Chimborazo. Ecuador.

<sup>5</sup>Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez. Pediatría. Riobamba, Chimborazo. Ecuador.

**Citar como:** Haro Chávez JM, Castillo Noboa EM, Santillán Lima JC, Crespo Vallejo DV, Ríos Latorre LG, Maygualema León FJ. Diagnóstico y evaluación de la litiasis pediátrica. Salud, Ciencia y Tecnología. 2023;3:583. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023583>

Enviado: 12-07-2023

Revisado: 23-08-2023

Aceptado: 27-09-2023

Publicado: 28-09-2023

Editor: Dr. William Castillo-González 

### ABSTRACT

**Introduction:** the presence of urinary stones in children is a concerning condition in pediatric nephrology. An accurate and timely diagnosis is crucial for effective management and prevention of complications. This article provides a comprehensive overview of diagnostic and evaluation approaches, including various imaging techniques, laboratory tests, and clinical assessments used in diagnosis, their strengths, and limitations. Understanding the complexities of diagnosis contributes to improved patient outcomes and guides healthcare professionals.

**Objective:** to delve into different methods and approaches used for diagnosing and evaluating pediatric urolithiasis, along with technological and scientific advancements in the field.

**Methods:** the research method involved analyzing and synthesizing scientific literature. Relevant studies and articles were collected and findings compared to identify patterns and trends in diagnosis and evaluation.

**Results:** results include a compilation of relevant studies, detailed analysis of diagnostic methods, identification of techniques, technological advancements, and common trends in pediatric urolithiasis evaluation.

**Conclusions:** pediatric urolithiasis requires early detection and proper management to prevent complications. Treatment options vary from conservative to invasive. Multidisciplinary collaboration (urologists, nephrologists, and pediatricians) is crucial. The use of mathematical models in diagnosis provides valuable tools for early detection and clinical decision-making. Integrating clinical data and risk factors identifies high-risk children, improving long-term clinical outcomes.

**Keywords:** Pediatric Urolithiasis; Early Diagnosis; Clinical Evaluation; Imaging Techniques; Personalized Treatment.

### RESUMEN

**Introducción:** la presencia de cálculos urinarios en niños, es una condición preocupante en la nefrología pediátrica. Un diagnóstico preciso y oportuno es crucial para el manejo efectivo y prevención de complicaciones. Este artículo proporciona una visión integral de los enfoques de diagnóstico y evaluación, diversas técnicas de imagen, pruebas de laboratorio y evaluaciones clínicas utilizadas en el diagnóstico, fortalezas y limitaciones. Comprende las complejidades del diagnóstico y contribuye a mejorar los resultados del paciente y guía a los profesionales de la salud.

**Objetivo:** profundizar en los diferentes métodos y enfoques utilizados para diagnosticar y evaluar la litiasis

en niños, así como en los avances tecnológicos y científicos que han surgido en este campo.

**Métodos:** el método de investigación implicó analizar y sintetizar literatura científica. Se recopilaron estudios y artículos relacionados, comparando hallazgos para identificar patrones y tendencias en el diagnóstico y evaluación. Esta síntesis ofrece una visión actualizada.

**Resultados:** los resultados incluyen una recopilación de estudios relevantes, análisis detallado de métodos de diagnóstico, identificación de técnicas, avances tecnológicos y tendencias comunes en la evaluación de litiasis pediátrica.

**Conclusiones:** la litiasis pediátrica requiere detección temprana y manejo adecuado para prevenir complicaciones. Las opciones de tratamiento varían de conservadoras a invasivas. La colaboración multidisciplinaria (urólogos, nefrólogos y pediatras) es crucial. El uso de modelos matemáticos en el diagnóstico proporciona herramientas valiosas para la detección temprana y toma de decisiones clínicas. La integración de datos clínicos y factores de riesgo identifica niños de alto riesgo, mejorando los resultados clínicos a largo plazo.

**Palabras Clave:** Litiasis Urinaria Pediátrica; Diagnóstico Temprano; Evaluación Clínica; Técnicas De Imagen; Tratamiento Personalizado.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de estudio de la litiasis pediátrica es entender su prevalencia, características clínicas, tratamiento y anomalías metabólicas asociadas, lo cual permitirá identificar el comportamiento de la litiasis y actuar sobre los factores de riesgo para evitar complicaciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Este, es un tema importante de estudio debido a su creciente incidencia en la población infantil.<sup>(1)</sup>

La litiasis es una condición médica que ha ido en aumento en los últimos años y se refiere a la formación de cálculos en el tracto urinario o en la vesícula biliar, la cual puede ocurrir tanto en adultos como en niños.<sup>(2,3)</sup> La litiasis se refiere a la presencia de cálculos en diferentes partes del cuerpo como en la vesícula biliar, los conductores biliares, los riñones y el apéndice. El tratamiento dependerá de la ubicación de la litiasis.

El diagnóstico temprano y preciso es fundamental para evitar complicaciones a largo plazo y mejorar el pronóstico de los pacientes afectados por esta condición. Dada la diversidad de ubicaciones en las que pueden formarse los cálculos, el tratamiento puede variar desde enfoques conservadores hasta procedimientos invasivos. Es esencial la colaboración multidisciplinaria entre urólogos, nefrólogos y pediatras para garantizar un abordaje integral y exitoso en el manejo de esta compleja condición médica.

En el campo de la investigación médica, la literatura científica ha demostrado un creciente interés en el estudio de la litiasis, buscando nuevas técnicas de diagnóstico y evaluación más precisas y efectivas. En este sentido, el uso de modelos matemáticos en el diagnóstico de la litiasis pediátrica representa un área prometedora de investigación. Estos modelos, al integrar datos clínicos y factores de riesgo, pueden permitir una detección temprana y una toma de decisiones clínicas más fundamentadas, identificando a los niños en mayor riesgo de litiasis y permitiendo intervenciones preventivas oportunas.

Además, los modelos matemáticos pueden contribuir al desarrollo de estrategias de tratamiento personalizadas y eficientes, optimizando el manejo de la litiasis pediátrica y mejorando los resultados clínicos a largo plazo. Así, la innovación a través de modelos matemáticos en el diagnóstico de la litiasis pediátrica se vislumbra como una valiosa herramienta para mejorar la atención médica y el bienestar de los pacientes jóvenes con esta afección.

La litiasis pediátrica es la presencia de cálculos o piedras en el tracto urinario de niños y adolescentes. Los cálculos pueden formarse en cualquier parte del sistema urinario, incluyendo los riñones, la vejiga, los uréteres que son los conductos que llevan la orina desde los riñones a la vejiga y la uretra que es el conducto que lleva la orina desde la vejiga al exterior del cuerpo.<sup>(4,5)</sup> Las causas pueden variar y pueden incluir factores como la deshidratación, la dieta, trastornos metabólicos, infecciones urinarias, infecciones en el tracto urinario, y ciertos trastornos genéticos.<sup>(6)</sup>

En muchos casos, la litiasis pediátrica puede ser multifactorial, lo que significa que puede haber varias causas que contribuyan al desarrollo de los cálculos renales. Un médico especializado en urología pediátrica puede ayudar a determinar las causas específicas en cada caso y a establecer un plan de tratamiento adecuado, el manejo puede ser médico o quirúrgico identificando los factores de riesgo y las manifestaciones clínicas para un diagnóstico y tratamiento oportuno.<sup>(3,7)</sup>

La prevalencia de la nefrolitiasis pediátrica ha aumentado drásticamente en las últimas décadas, sin embargo, las razones de este aumento no se conocen por completo.<sup>(8)</sup> Se ha determinado que las enfermedades renales, incluida la nefrolitiasis, son causas importantes de morbilidad y mortalidad en la población pediátrica.<sup>(9)</sup> Resultados clínicos de niños con nefrolitiasis varían dependiendo de la etiología subyacente, aquellos con

nefrocalcinosis generalmente tienen peores resultados relacionados con la función renal; estas enfermedades pueden diferir entre países en desarrollo y desarrollados.<sup>(10,11)</sup>

## MÉTODOS

Se aplica la revisión bibliográfica y documental, según la profundidad del estudio, se realizó una investigación explicativa, además, es un estudio correlacional ya que pretende analizar cómo se relacionan los factores que intervienen en dicha investigación.<sup>(12)</sup>

Los documentos analizados en este estudio fueron cuidadosamente seleccionados de fuentes altamente confiables y reconocidas en el ámbito académico y médico. Se utilizaron repositorios de alto impacto, como Scielo, Dialnet, Redalyc, Scopus, PubMed, Semantic Scholar y Web of Science, que proporcionan acceso a una amplia gama de publicaciones científicas y artículos revisados por pares. Además, se incluyeron libros de texto tanto en formato digital como físico, destinados a la formación y desarrollo de profesionales médicos.

Para complementar la revisión bibliográfica, también se recurrió a datos proporcionados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), que ofrecen información relevante y actualizada sobre aspectos relacionados con la litiasis pediátrica. Además, se consultaron tesis de grado, que a menudo contienen investigaciones originales y datos valiosos en el campo médico.

La búsqueda y recopilación de estos artículos se realizaron utilizando diversas herramientas y plataformas de investigación, como Publish or Perish, Mendeley y Zotero, que facilitaron la localización de documentos en repositorios de alto y mediano impacto. Estas herramientas permitieron obtener una amplia variedad de fuentes para garantizar la rigurosidad y solidez de la revisión bibliográfica en el diagnóstico y evaluación de la litiasis pediátrica.

El número de artículos revisados fueron 37, además 7 libros, procurando que no tengan una antigüedad de más de 5 años para asegurar que la información sea actual y relevante debido al avance de la investigación y la tecnología, o los hallazgos y conclusiones pueden haber sido refutados o modificados por investigaciones más recientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Etiología

#### *Factores de riesgo relacionados con la litiasis pediátrica*

#### *Factores genéticos*

La litiasis pediátrica puede estar causada por anomalías genéticas, infecciones y uropatías complejas, se debe realizar una evaluación metabólica completa después del primer cálculo en un niño, ya que los factores de riesgo pueden estar involucrados en un 10 % a 20 % de los casos.<sup>(13)</sup> Los factores genéticos deben ser considerados dentro del diagnóstico etiológico, la heredabilidad representa casi la mitad de todas las nefrolitiasis o prevalencia de nefrocalcinosis en algunos estudios, los factores genéticos deben ser considerados en el diagnóstico debido a los trastornos tubulares hereditarios, especialmente la acidosis tubular renal y la enfermedad de Dent, y los trastornos metabólicos como la hipercalciuria idiopática y la hiperoxaluria son las causas más comunes de nefrocalcinosis medular.<sup>(14)</sup>

Por otra parte, ciertos trastornos hereditarios, como la hiperoxaluria primaria, cistinuria, síndrome de Lesch-Nyhan, enfermedad renal poliquística. Es importante destacar que no todos los casos de litiasis pediátrica están asociados con trastornos genéticos, pero si se sospecha de dicho factor, se puede realizar una prueba genética para confirmar el diagnóstico.<sup>(4)</sup> El tratamiento de la litiasis pediátrica asociada a trastornos genéticos puede ser más complejo y requerir un enfoque personalizado.

#### *Deshidratación*

La falta de líquidos puede aumentar la concentración de minerales en la orina, la deshidratación puede ser un factor que contribuya a la formación de cálculos renales.<sup>(16)</sup> Cuando el cuerpo no tiene suficiente agua, la orina se concentra y los minerales y sales en ella se pueden cristalizar y formar piedras en los riñones; la litiasis pediátrica por deshidratación puede ser particularmente preocupante debido a que los niños tienen una menor capacidad para retener líquidos. Es importante que los niños eviten el consumo de bebidas azucaradas y carbonatadas, en su lugar, se recomienda el consumo de agua, leche y jugos naturales diluidos en agua.

La pérdida aguda y crónica de líquidos puede aumentar la litiasis urinaria, siendo especialmente importante aumentar la ingesta de agua en niños con urolitiasis, sea cual sea su causa, en torno a 2 a 3L/m<sup>2</sup> al día; el objetivo es tener una densidad inferior a 1010 en tira reactiva en la primera orina de la mañana.<sup>(13)</sup>

#### *Dieta*

La composición de la dieta está directamente relacionada con la composición de la orina y los patrones de dieta habituales son un factor de riesgo importante para los cálculos renales.<sup>(17)</sup> Las modificaciones en la dieta pueden ser una medida eficaz para prevenir los cálculos renales. En niños con litiasis urinaria es importante

augmentar la ingesta de agua y seguir una dieta que no supere las 2 000 Kcal, con poca sal, limitando las proteínas animales y azúcares <sup>(18)</sup>. Además, algunos tipos de enterouropatía son litogénicas y el 32 % de los niños con litiasis urinaria tenían infección por proteus, los autores reportan una serie de 130 niños afectados por litiasis urinaria de los cuales 108 presentan litiasis bilateral y 19 eran cálculos coraliformes.<sup>(19)</sup>

Entonces, la dieta es un factor que puede influir en la formación de cálculos renales en los niños. La hidratación adecuada es esencial para prevenir la formación de los mismos. Además, el consumo de sodio presente en alimentos procesados, alimentos enlatados y sal de mesa es poco beneficioso para la salud; el consumo de proteína animal en exceso, carnes rojas, pollo, pescado y productos lácteos ricos en grasa, o el bajo consumo de frutas y verduras, exceso de oxalatos como espinacas, chocolate, té y frutos secos, dieta baja en calcio puede provocar litiasis en los niños.

### *Trastornos metabólicos*

Los Cálculos renales pediátrico pueden ser causados por trastornos metabólicos que conducen al desarrollo de cálculos de calcio, ácido úrico, estuvida y cistina.<sup>(20)</sup> Los trastornos metabólicos que causan cálculos renales incluyen hipercalciuria, hiperoxaluria, una combinación de hiperuricosuria e hipomagnesuria, y cistinuria entre otros.<sup>(20,21)</sup> Además, se puede presentar litiasis pediátrica debido a hipercalciuria ideopática, hiperoxaluria, hiperparatiroidismo, Síndrome de Cushing, acidosis tubular renal, enfermedad renal tubular, hiperuricosuria.<sup>(22)</sup>

### *Uso de ciertos medicamentos*

Existen ciertos medicamentos que pueden provocar la formación de cálculos renales o litiasis urinaria en niños: ciertos antibióticos, como sulfamidas y ceftriaxona; medicamentos diuréticos, como la furosemida; suplementos de calcio y vitamina D; algunos antiácidos que contienen calcio; medicamentos utilizados para tratar el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), como la atomoxetina.

Es importante que los padres informen a los médicos sobre cualquier medicamento que estén tomando sus hijos, especialmente si tienen antecedentes familiares de litiasis urinaria o si han tenido cálculos renales en el pasado. En algunos casos, se puede considerar cambiar el medicamento o ajustar la dosis para minimizar el riesgo de formación de cálculos renales.

Por ejemplo, se han notificado nefrolitiasis y pseudolitiasis biliar inducidas por ceftriaxona en pacientes pediátricos.<sup>(23)</sup> Sin embargo Duran Álvarez, et al. señalan que las complicaciones son más comunes en el sistema hepatobiliar que en el tracto urinario, además son asintomáticos, estas complicaciones en el tracto urinario tienden a desaparecer en poco tiempo.<sup>(24)</sup>

### *Infecciones Urinarias*

Las infecciones urinarias son una causa común de litiasis pediátrica, especialmente en niños pequeños. La infección del tracto urinario puede provocar cambios en el pH de la orina y la formación de cristales que pueden convertirse en cálculos renales, las bacterias que causan la infecciones pueden actuar como núcleos para la formación de los mismos.<sup>(25,26)</sup>

Los niños con infecciones urinarias recurrentes tienen un mayor riesgo de desarrollar litiasis pediátrica, especialmente si las infecciones no se tratan adecuadamente. Las infecciones urinarias pueden causar daño renal a largo plazo y aumentar el riesgo de formación de cálculos renales. Es importante tratar adecuadamente las infecciones urinarias en los niños con el uso de antibióticos para tratar la infección, así como medidas preventivas, como asegurarse que los niños beban suficiente agua y orinen con frecuencia. Además, los niños que padecen de infecciones urinarias recurrentes o que tienen antecedentes familiares de litiasis pediátrica pueden requerir una evaluación más completa para identificar cualquier trastorno subyacente.

### **Signos y síntomas**

Los signos y síntomas relacionados con la litiasis pediátrica pueden variar, pero los más comunes incluyen:<sup>(27,28,29)</sup>

- Dolor abdominal: El dolor abdominal es uno de los síntomas más frecuentes en los niños con litiasis pediátrica. Puede ser intermitente o constante y generalmente se localiza en el área del abdomen.
- Hematuria: La presencia de sangre en la orina, es otro síntoma común de la litiasis pediátrica. Puede detectarse a simple vista o mediante análisis de orina.
- Fiebre: Se presenta si hay una infección asociada y puede ser un signo de complicaciones y debe ser evaluada por un médico.
- Eliminación de cálculos: En algunos casos, los niños pueden eliminar los cálculos a través de la orina. Esto puede causar dolor y malestar durante la micción.
- Vómitos: Se presenta si hay obstrucción del tracto urinario o una infección asociada.
- Infección urinaria: Los síntomas pueden incluir dolor al orinar, necesidad frecuente de orinar y fiebre.

Es importante tener en cuenta que estos signos y síntomas pueden variar en cada niño y pueden depender de la ubicación y el tamaño de los cálculos. Si un niño presenta alguno de estos síntomas, es importante buscar

atención médica para un diagnóstico adecuado y un tratamiento adecuado. Además, los estudios de imagen permiten reconocer aquellos casos que no han podido ser detectados ya que son asintomáticos.<sup>(4,27,28,30,31,32)</sup> Los estudios de imagen que se utilizan para el diagnóstico de la litiasis pediátrica incluyen:

- Ecografía abdominal
- Tomografía computarizada (TC): La TC puede ser útil en casos en los que la ecografía no es concluyente o para evaluar la extensión de la enfermedad. Sin embargo, debido a la exposición a la radiación ionizante, se utiliza con precaución en niños.
- Radiografía simple de abdomen: Puede ser útil para detectar cálculos radiopacos, pero no es tan sensible como la ecografía o la TC.
- Urografía intravenosa: Puede ser útil para evaluar la anatomía del tracto urinario y detectar obstrucciones.

Es importante tener en cuenta que la elección del estudio de imagen dependerá de la presentación clínica del paciente y la experiencia del médico tratante.

## Tratamiento

### *Tratamiento no invasivo*

Depende del tamaño y la ubicación de los cálculos, así como de la presencia de complicaciones. La colecistitis aguda es una inflamación de la vesícula biliar asociada generalmente a cálculos biliares o barro biliar, pero también puede ocurrir sin ellos (colecistitis alitiásica). Aunque poco común en niños, se estima que hasta el 30 % de los casos de colecistitis aguda en esta población son alitiásicos.<sup>(33)</sup> Como tratamiento inicial, se prefiere un enfoque no invasivo y se reservan los procesos quirúrgicos para casos con complicaciones. Algunas opciones de tratamiento, desde la experiencia de profesionales,<sup>(34,28,27,35)</sup> incluyen:

- Observación: En algunos casos, los cálculos pueden ser pequeños y no causar síntomas significativos. Se puede optar por observar al niño y esperar a que los cálculos pasen por sí solos.
- Tratamiento médico: Pueden ser útiles para tratar ciertos tipos de cálculos, como los cálculos de ácido úrico. Ayudan a disolver los cálculos o prevenir su formación.
- Litotricia: Utiliza ondas de choque para romper los cálculos en pedazos más pequeños que pueden ser eliminados por el cuerpo.<sup>(36)</sup> Es el método más comúnmente utilizado en niños.
- Hidratación: Es esencial en el manejo de la litiasis pediátrica. Beber suficiente agua puede prevenir la formación de nuevos cálculos y puede ayudar a eliminar los cálculos existentes.
- Cambios en la dieta: Pueden ser útiles en el manejo de ciertos tipos de cálculos. En litiasis de ácido úrico se reduce la ingesta de sodio y proteínas
- Terapia de ondas de choque extracorpóreas (TOCE): Es un tratamiento no invasivo que utiliza ondas de choque para romper los cálculos en pedazos más pequeños que pueden ser eliminados por el cuerpo.

Es importante tener en cuenta que el tratamiento debe ser individualizado y debe ser discutido con el médico tratante. Además, se deben tomar medidas para prevenir la formación de nuevos cálculos, como beber suficiente agua y seguir una dieta saludable.

### *Tratamiento Quirúrgico*

El tratamiento no invasivo dependerá de varios factores importantes que deben ser cuidadosamente evaluados por el equipo médico. Uno de los factores clave es el tamaño y la ubicación de los cálculos biliares en el sistema biliar del niño. Cálculos más grandes o ubicados en áreas críticas, como los conductos biliares o el conducto pancreático, pueden obstruir el flujo normal de la bilis o la secreción pancreática, lo que podría requerir un tratamiento invasivo para su eliminación.

Otro aspecto crucial es la presencia y gravedad de los síntomas que experimenta el paciente pediátrico. Si el niño dolor abdominal intenso, náuseas, vómitos recurrentes o fiebre, es probable que se considere un tratamiento invasivo para aliviar el malestar y resolver la causa subyacente. Asimismo, las complicaciones como colecistitis aguda, pancreatitis o colangitis requieren una intervención más agresiva para resolver el problema y prevenir complicaciones adicionales.

Es esencial que el equipo médico especializado en pediatría evalúe minuciosamente cada caso individual y tome decisiones informadas sobre el enfoque de tratamiento más adecuado. La seguridad y el bienestar del niño deben ser la principal prioridad al considerar cualquier procedimiento invasivo, buscando un enfoque terapéutico que ofrezca el mejor resultado a largo plazo para el paciente

Es fundamental comprender la importancia de la cirugía en el tratamiento de la litiasis pediátrica, y cómo la elección adecuada de la intervención quirúrgica puede tener un impacto significativo en la salud y el bienestar de los niños afectados.<sup>(37,38,39)</sup> Los tratamientos invasivos que se utilizan en el manejo de la litiasis pediátrica pueden ser:

- Cirugía abierta: Cuando los cálculos son grandes o hay complicaciones, puede ser necesaria una cirugía abierta.

- Cirugía endoscópica: La cirugía endoscópica es un enfoque menos invasivo que implica el uso de un endoscopio para acceder al tracto urinario y eliminar los cálculos. Puede realizarse ureteroscopia o nefrolitotomía percutánea.
- Litotricia intracorpórea: Puede realizarse de forma externa (LEOC) o interna (litotricia intracorpórea por ureteroscopia).
- Nefrolitotomía percutánea: Es un procedimiento en el que se realiza una pequeña incisión en la piel para acceder al riñón y eliminar los cálculos. Se utiliza un endoscopio y otros instrumentos especializados para realizar la extracción.<sup>(7)</sup>
- Cirugía laparoscópica: Es un enfoque mínimamente invasivo, se realizan pequeñas incisiones en el abdomen para acceder al tracto urinario y eliminar los cálculos. Se utilizan instrumentos largos y delgados, así como una cámara, para guiar el procedimiento.
- Nefrostomía percutánea: Se inserta un tubo a través de la piel y en el riñón para drenar la orina y eliminar los cálculos. Puede ser útil en casos de obstrucción del tracto urinario o infección.
- Ureterolitotomía: Se realiza una incisión en el uréter para acceder y eliminar los cálculos. Se realiza bajo anestesia general y puede ser útil en casos de cálculos grandes o impactados.
- Cistoscopia: Se utiliza un endoscopio para acceder a la vejiga y eliminar los cálculos. Este procedimiento se realiza bajo anestesia general en casos de cálculos en la vejiga.
- Nefrectomía: Se extirpa un riñón completo. Se realiza en casos extremos en los que el riñón está dañado o no funciona correctamente debido a la presencia de cálculos.
- Derivación urinaria: Se crea una nueva vía para que la orina fluya fuera del cuerpo. Este procedimiento se realiza en casos extremos en los que el tracto urinario está dañado o no funciona correctamente debido a la presencia de cálculos.

Es importante tener en cuenta que el tratamiento invasivo específico utilizado dependerá de la ubicación y el tamaño de los cálculos, así como de las características individuales del paciente. El médico tratante determinará el enfoque más adecuado en cada caso.

### Innovación y propuesta

El uso de modelos matemáticos en el diagnóstico de la litiasis pediátrica puede representar una valiosa herramienta para la detección temprana y la toma de decisiones clínicas.<sup>(40)</sup> Estos modelos pueden permitir una mejor comprensión de los factores de riesgo asociados con la litiasis, así como la predicción del riesgo individual de desarrollar cálculos renales en pacientes pediátricos. Al integrar datos clínicos, factores de riesgo y características específicas de cada paciente, los modelos matemáticos pueden ayudar a identificar a los niños en mayor riesgo de litiasis y permitir intervenciones preventivas oportunas. Además, estos modelos pueden contribuir al desarrollo de estrategias de tratamiento personalizadas y eficientes, optimizando el manejo de la litiasis pediátrica y mejorando los resultados clínicos a largo plazo. La innovación a través de modelos matemáticos en el diagnóstico de la litiasis pediátrica representa un campo prometedor que puede beneficiar significativamente la atención médica y el bienestar de los pacientes jóvenes con esta condición.

Como modelo matemático específico para el diagnóstico de litiasis pediátrica, se puede utilizar un modelo de regresión logística que integre factores clínicos, características del paciente y pruebas diagnósticas para calcular la probabilidad de que un niño presente litiasis renal.<sup>(41)</sup> En la figura 1 se presenta un diagrama de flujo que ilustra el proceso de diagnóstico utilizando este modelo:

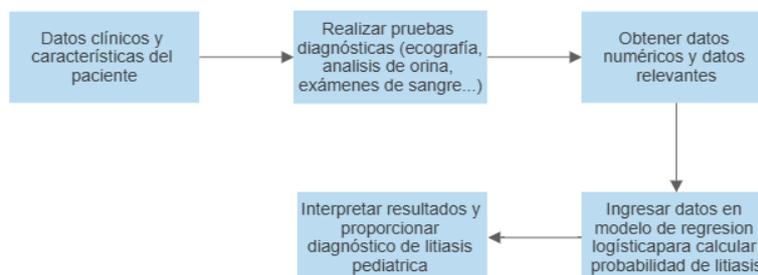


Figura 1. Proceso de diagnóstico del modelo

Los datos clínicos y características del paciente son recopilados para establecer la base del diagnóstico. Luego, se realizan pruebas diagnósticas específicas para obtener valores numéricos y datos relevantes que se integran en el modelo de regresión logística. El modelo matemático calculará la probabilidad de que el niño tenga litiasis renal en función de los datos proporcionados.

A continuación, se establece un umbral de probabilidad que define si el diagnóstico es positivo o negativo

para la litiasis pediátrica. Finalmente, se interpretan los resultados y se proporciona el diagnóstico basado en la probabilidad calculada por el modelo matemático.

La fórmula general de un modelo de regresión logística es la siguiente:

$$p=1/(1-e^{-z})$$

Donde:

p: representa la probabilidad de que un evento ocurra

e: es la constante de Euler, aproximadamente 7,1828

p: es el valor de la función lineal predictora, que se calcula mediante la combinación lineal de las variables independientes ponderadas por los coeficientes del modelo:

$$z=B_0+B_1X_1+B_2X_2+\dots+B_nX_n$$

Donde:

$B_0, B_1, B_2, \dots, B_n$ : son los coeficientes del modelo, que representan la contribución de cada variable independiente al logaritmo de la razón de probabilidades (log-odds).

$X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ : son los valores de las variables independientes.

El modelo de regresión logística se utiliza para predecir la probabilidad de un evento binario (por ejemplo, sí o no, éxito o fracaso) en función de un conjunto de variables independientes. El objetivo es encontrar los coeficientes que mejor ajusten los datos observados y permitan realizar predicciones precisas sobre la probabilidad de ocurrencia del evento.

## CONCLUSIONES

La litiasis pediátrica es una condición que puede afectar a niños y adolescentes, y aunque menos común que en adultos, no debe subestimarse. Los síntomas pueden variar desde dolor abdominal, náuseas y vómitos hasta fiebre y sangre en la orina, lo que requiere una detección temprana y un manejo adecuado para evitar complicaciones.

El tratamiento de la litiasis pediátrica debe ser individualizado y considerar factores como la ubicación y el tamaño de los cálculos, la gravedad de los síntomas y las posibles complicaciones. Las opciones de tratamiento incluyen enfoques conservadores, como cambios en la dieta y medicamentos, así como procedimientos invasivos como la nefrolitotomía micropercutánea, la litotricia y la cirugía abierta, dependiendo de la situación clínica de cada paciente.

La detección temprana y el tratamiento oportuno son fundamentales para prevenir complicaciones a largo plazo y mejorar la calidad de vida de los pacientes pediátricos con litiasis. La colaboración multidisciplinaria entre urólogos, nefrólogos y pediatras es esencial para un enfoque integral y exitoso en el manejo de esta condición.

El uso de modelos matemáticos en el diagnóstico de la litiasis pediátrica puede representar una valiosa herramienta para la detección temprana y la toma de decisiones clínicas. Estos modelos pueden permitir una mejor comprensión de los factores de riesgo asociados con la litiasis, así como la predicción del riesgo individual de desarrollar cálculos renales en pacientes pediátricos. Al integrar datos clínicos, factores de riesgo y características específicas de cada paciente, los modelos matemáticos pueden ayudar a identificar a los niños en mayor riesgo de litiasis y permitir intervenciones preventivas oportunas. Además, estos modelos pueden contribuir al desarrollo de estrategias de tratamiento personalizadas y eficientes, optimizando el manejo de la litiasis pediátrica y mejorando los resultados clínicos a largo plazo. La innovación a través de modelos matemáticos en el diagnóstico de la litiasis pediátrica representa un campo prometedor que puede beneficiar significativamente la atención médica y el bienestar de los pacientes jóvenes con esta condición.

## REFERENCIAS

1. Silva Rojas M, Retureta Rodríguez E, Fernández Quintana L. Comportamiento de la litiasis renal en edades pediátricas. *Revista de Ciencias Médicas de Mayabeque*. 2014; 20(3).
2. Wojcik EM. Urine Cytology, DNA Ploidy and Morphometry. *Bladder Tumors*. 2011.
3. Medrano-Utrecho HM, Sánchez-Nuñez JE, Acevedo-García C, Garduño-Arteaga ML, Rodríguez-Robles JA, Sánchez-Meza JE, et al. Eficacia del manejo de la litiasis renal con litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOCh) en la población pediátrica de un hospital de tercer nivel en México. *Revista Mexicana de Urología*. 2020; 79(6).
4. Chacón Retana G, Fernández Rojas S. Litiasis renal en niños. *Acta Médica Costarricense*. 2021; 63(1).

5. Badilla García J, Corrales H, Andrés J. Litiasis urinaria en pediatría. *Revista Médica Sinergia*. 2019; 4(1).
6. Badilla García J, Herrera Corrales JA. Litiasis urinaria en pediatría. *Medicina Legal de Costa Rica*. 2019; 36(1).
7. Pérez-Fentes D, Blanco-Gómez B, García-Freire C. Nefrolitotomía micropercutánea: una nueva opción terapéutica para la litiasis renal pediátrica. *Actas Urológicas Españolas*. 2014; 38(7): p. 483-487.
8. Cao B, Daniel R, McGregor R, Tasian G. Pediatric Nephrolithiasis. *Healthcare (Basel)*. 2023; 11(4).
9. Barakat AJ. Presentation of the Child with Renal Disease and Guidelines for Referral to the Pediatric Nephrologist. *International Journal of Pediatrics*. 2012.
10. Agrawal J, Chaudhary S, Shrestha M, Rai B. Clinical profile of renal diseases in children in tertiary care centre. *Birat Journal of Health Sciences*. 2022; 7(1).
11. Alhasan K, Shalaby M, Albanna A, Temsah MH, Alhaik Z, Zaher Z, et al. Comparing Nephrolithiasis with Nephrocalcinosis in Children; A Study From Two Tertiary Centers in Saudi Arabia. *Research Square*. 2021.
12. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. *Metodología de la investigación Estados Unidos : McGraw-Hill/ Interamericana editores, S.A. DE C.V.; 2014.*
13. Injeyan M, Bidault V, Bacchetta J, Bertholet-Thomas A. Hydration and Nephrolithiasis in Pediatric Populations: Specificities and Current Recommendations. *Nutrients*. 2023; 15(3).
14. Fátima A, Mohamed A, Moustapha H, Karim O. Molecular Diagnosis of Primary Hyperoxaluria Type 1 and Distal Renal Tubular Acidosis in Moroccan Patients With Nephrolithiasis and/or Nephrocalcinosis. *Careus*. 2022; 14(3).
15. Areses Trapote R. Enfermedad renal litiásica en la edad pediátrica. Evaluación diagnóstica y estudio metabólico. *Anales de Pediatría Continuada*. 2012; 10(5): p. 243-256.
16. Bianchi L, Gaiani F, Bizzarri B, Minelli R, Cortegoso Valdivia P, Gioaccino L, et al. Renal lithiasis and inflammatory bowel diseases, an update on pediatric population. *ACTA BIOMEDICA*. 2018; 89(9).
17. Grases F, Costa-Bausa A, Prieto R. Renal lithiasis and nutrition. *Nutr J*. 2006.
18. De Fata Chillón FR. Renal Lithiasis. Navarra: Clínica Universidad de Navarra, Urología.
19. Gonsalvez R, Garat JM, Piro C, Martin JA. Lithiase urinaire chez l'enfant. Urinary lithiasis in the child. 1980; 86(9).
20. Cameron MA, Sakhaee K, Orson M. Nephrolithiasis in children. *Pediatr Nephrol*. 2005; 20(11).
21. Rodríguez P, Franco MÁ, Mesquita M. Anomalías metabólicas en las nefrolitiasis: manejo clínico y tratamientos en una población pediátrica hospitalaria. *Pediatría (Asunción)*. 2022; 49(2).
22. Salabarría González Jr, Fuentes H, Carolina , González Rodríguez A, Santana Porbén S, Martínez Silva M, et al. Incidencia de hipercalcemia e hiperuricosuria en pacientes pediátricos con sintomatología nefrourológica / Incidence of hypercalcemia and hyperuricosuria in pediatric patients with nephrourological symptoms. *Panorama Cuba y Salud*. 2021; 16(1).
23. Gimiga N, Miron I, Mocanu A, Olaru C, Stanca R, Diaconescu S. Concomitant Ceftriaxone-induced Nephrolithiasis and Biliary Pseudolithiasis in a Small Toddler. *American Journal of Medical Case Reports*. 2015;; p. 422-424.
24. Márquez Molina J, Auza-Santivañez JC, Cruz-Choquetopa E, Antezana-Muñoz JB, Arteaga Iriarte O, Fernández-Burgoa H. Early prediction of acute kidney injury in neurocritical patients: relevance of renal

resistance index and intrarenal venous Doppler as diagnostic tools. *Data and Metadata*. 2023;2:30.

25. Medina-Escobedo M, Medina-Escobedo L, Martín-Soberani L. Frecuencia de las enfermedades del sistema urinario en niños atendidos en un Hospital General en Yucatán, México. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. 2004.

26. Lumbreras Fernández J. Aportes a la investigación en litiasis renal infantil. *Asociación Española de Nefrología Pediátrica*. 2020.

27. Lagomarsino E, Avila D, Baquedano P, Cavagnaro F, Céspedes P. Litiasis urinaria en pediatría. *Revista Chilena de Pediatría*. 2003; 74(4).

28. Díaz M, Guzman O, Godoy L, Mesquita M. Litiasis vesicular: prevalencia y evolución post operatoria en una población pediátrica hospitalaria. *Pediatría (Asunción)*. 2022; 49(3).

29. Harris P, Chateau B, Miquel J. Litiasis biliar pediátrica en una población de alta prevalencia. *Revista Chilena de Pediatría*. 2007; 78(5).

30. Batista D, Ponce J, Mora P, León A, González C, Santoveña M. Diagnóstico por imagen en el dolor de espalda en edad pediátrica. *Medicine*. 2018.

31. Susaeta R, Benavente D, Gana R. Diagnóstico y manejo de litiasis renales en adultos y niños. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2018; 29(2).

32. Roy C. Diagnóstico por imágenes de la litiasis urinaria: «Tres en uno». *EMC-Urología*. 2006; 38(2).

33. Garrido Márquez I, Moya Sánchez E, Pérez Naranjo P. Acute acalculous cholecystitis in children, a rare cause of acute abdomen. *Cirugía Andaluza*. 2021; 32(2).

34. Murillo Pinto J, Salgado Sánchez L, Gaona Fernández F, Delgado N, Carvajal L, González Rodríguez P. Pielonefritis xantogranulomatosa secundaria a litiasis obstructiva en un paciente pediátrico: reporte de un caso. *Revista Urología Colombiana*. 2019.

35. García J, González Chávez A, Abad C, Cabrera J, González J, Barceló D. Guía práctica de colecistitis aguda en la edad pediátrica. *Revista Cubana de Pediatría*. 2020.

36. Medrano-Urtecho HM, Sánchez-Núñez JE, Acevedo-García C, Garduño-Arteaga ML, Rodríguez-Robles JA, Sánchez-Meza JE, et al. Eficacia del manejo de la litiasis renal con litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOCh) en la población pediátrica de un hospital de tercer nivel en México. *Revista Mexicana de Urología*. 2019; 79(6).

37. Figueras V, Torres L, García C, Prada S, Castillo M, Pérez J. Experiencia quirúrgica en el manejo de litiasis urinaria en la población pediátrica: estudio multicéntrico. *Revista Urología Colombiana*. 2018.

38. Marín Prada M del C, Condori-Villca N, Gutiérrez García F, Rodríguez García CA, Martínez Morales M Ángel, Auza-Santiváñez JC, Aguilar-Medrano F. Chronic kidney disease and its risk stratification in Cuba. *Data and Metadata*. 2023;2:49.

39. Spaziani AO, Chalub LdR, Abílio C, Soares Vicentini JV, Furtado Rezende C, Rodrigues Manaia C, et al. Litíase biliar em paciente masculino de 6 anos: relato de caso. *Archives of health investigation*. 2020; 9(4).

40. Pino LE, Rico-Carrillo AE, Hernández-Arango A. Del ábaco a las redes neuronales o la breve historia de la inteligencia artificial en salud. *Medicina*. 2022; 43(4).

41. Abanto-Bojorquez D, Soto-Tarazona A. Urinary tract infection and threatened preterm delivery in teenage pregnancies of a Peruvian Hospital. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*. 2020.

## FINANCIACIÓN

Sin financiación externa.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

No existen.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Haro J., Castillo E., Santillán J., Crespo V., Ríos L. Maygüalema, F.

*Investigación:* Haro J., Castillo E., Santillán J., Crespo V., Ríos L. Maygüalema, F.

*Metodología:* Haro J., Castillo E., Santillán J., Crespo V., Ríos L. Maygüalema, F.

*Redacción-borrador original:* Haro J., Castillo E., Santillán J., Crespo V., Ríos L. Maygüalema, F.

*Redacción-revisión y edición:* Haro J., Castillo E., Santillán J., Crespo V., Ríos L., Maygüalema, F.