

# Guías Radiológicas para el Estudio de Enfermedades Nefrológicas en Pediatría

Goya Enriquez, Juan Carlos Carreño e Ignacio Barber

Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Vall-de Hebron, Barcelona

## CONSIDERACIONES GENERALES:

La primera consideración es que la Ecografía ha sustituido en gran parte a la Urografía Endovenosa en el estudio del riñón y del aparato urinario en pacientes pediátricos y constituye una de las exploraciones más importantes en el estudio de las enfermedades nefrológicas. Dicha técnica tiene las ventajas de que no requiere la inyección de material de contraste y no utiliza radiaciones ionizantes.

En el estudio ecográfico del riñón hay que valorar:

1. La longitud y en algunas condiciones el volumen.
2. La ecogenicidad del Parénquima renal.
3. La diferenciación córtico-medular.

La longitud renal se mide utilizando los cálibers del ecógrafo que se contrastan con unas tablas de normalidad según la edad que se adjuntan con la ficha del paciente y servirá como base para posibles controles ecográficos.

El volumen renal se calcula según la fórmula:

$$\text{longitud} \times \text{anchura} \times \text{altura} / 2$$

La valoración de la ecogenicidad del parénquima renal es relativa respecto a la del hígado en el lado derecho y del bazo en el lado izquierdo por lo que el estudio debe practicarse siempre con el paciente en decúbito

supino utilizando el hígado y el bazo como ventana acústica. En el prematuro la ecogenicidad del cortex puede ser ligeramente superior a la hepática y a la esplénica pero en niños normales la ecogenicidad del cortex renal es inferior a la hepática y a la esplénica.

Se conoce como diferenciación córtico-medular a la visualización del cortex y de la médula como dos estructuras de diferente ecogenicidad. El cortex que es la porción más periférica contiene los glomérulos y la médula que es la porción más central contiene las pirámides renales. Las pirámides renales tienen una ecogenicidad inferior a la del cortex, son muy hipoeoicas y por eso las dos áreas renales se diferencian fácilmente en pacientes normales. La falta de diferenciación córtico-medular es un dato ecográfico de gran importancia ya que se relaciona con las alteraciones de la función renal. (Figura de diferenciación normal y ausencia de diferenciación).

El sistema colector renal, los cálices, parte de la pelvis, los infundíbulos, y la grasa peripelvica componen el eco central. La distensión del sistema colector produce una separación del eco central cuyo grado dependerá de la severidad de la hidronefrosis.

El estudio ecográfico deberá incluir siempre el estudio de la vejiga urinaria. La pared de la vejiga es fina con grosor inferior a 3mm pudiendo alcanzar el grosor de 5mm cuando está vacía de contenido. Los uréteres normales pueden visualizarse ocasionalmente

en pacientes normales, están localizados por detrás y a cada lado de la vejiga urinaria y su diámetro no debe ser superior a 3mm.

## MALFORMACIONES RENALES CONGÉNITAS

Las malformaciones renales congénitas más frecuentes son: La agenesia renal, las anomalías de posición tales como el riñón pélvico, la ectopia renal cruzada y el riñón en “herradura” y las duplicaciones del sistema colector.

Para el diagnóstico de la **agenesia renal** la ecografía es la exploración recomendada y la medicina nuclear puede ser útil para identificar riñones pequeños que conservan algo de función y que pueden no visualizarse en la ecografía.

Para el estudio de las **anomalías de posición**, la urografía endovenosa es la exploración recomendada.

La **duplicación del sistema colector** presenta un aspecto ecográfico característico en la mayoría de los casos. Si el estudio ecográfico es dudoso se practicará una urografía endovenosa. A los pacientes con sospecha clínica o ecográfica de **uréter ectópico** o **ureterocele** se les debe practicar: ecografía, urografía endovenosa y cistografía miccional. El DMSA, solamente se practicará cuando se necesite documentar de cara al tipo de cirugía el grado de función del hemiriñón superior.

Cuando existe dilatación del sistema colector del hemiriñón inferior es obligada la práctica de una cistografía miccional para descartar reflujo

## DILATACIÓN DEL SISTEMA COLECTOR RENAL - HIDRONEFROSIS.

La mayoría de las hidronefrosis se detectan prenatalmente y se catalogan como leves, moderadas o graves según el grado de dilatación de la pelvis, de los cálices y del uréter. Actualmente se consideran subsidiarias de control postnatal las dilataciones pélvicas fetales de entre 8-10mm o aquellas que siendo menores de dicho tamaño se acompañan de dilatación calicular y/o ureteral.

El control postnatal de los pacientes seleccionados por ecografía obstétrica lo hacemos siguiendo un algoritmo que varía según se trate de una **hidronefrosis fetal ligera** o moderada (**algoritmo I**) o de una **hidronefrosis fetal severa (algoritmo II)**.

En los últimos 7 años, la **RM Urografía** ha sido utilizada en la valoración de las dilataciones del sistema colector, las uropatías obstructivas y las malformaciones complejas del sistema colector. Se trata de una exploración con gran resolución espacial y temporal que proporciona imágenes de alta resolución anatómica.

Además permite efectuar un estudio funcional de la capacidad de concentración y excreción renal por lo que permite diferenciar las hidronefrosis obstructivas de las que no lo son proporcionando unas curvas de excreción similares a las obtenidas con el MAG 3. Para ello se utiliza un contraste endovenoso (Gadolinio) y se calcula “el tiempo de tránsito renal” que es definido como el tiempo que tarda el contraste en pasar del cortex renal al uréter. Si el tiempo de tránsito es inferior a 245 segundos la dilatación se considera no obstructiva y si es mayor que 490 segundos se considera obstructiva. Los tiempos de tránsito de entre 245 segundos y

## Algoritmo de imagen en Hipertensión arterial

Detección ocasional de HTA en niño sano:

**a) HTA intermitente** (aguda) secundaria a alguna patología y que es un síntoma más del cuadro clínico. Esta hipertensión remitirá probablemente cuando se cure el cuadro clínico a la que es secundaria.

**b) HTA mantenida** (crónica)

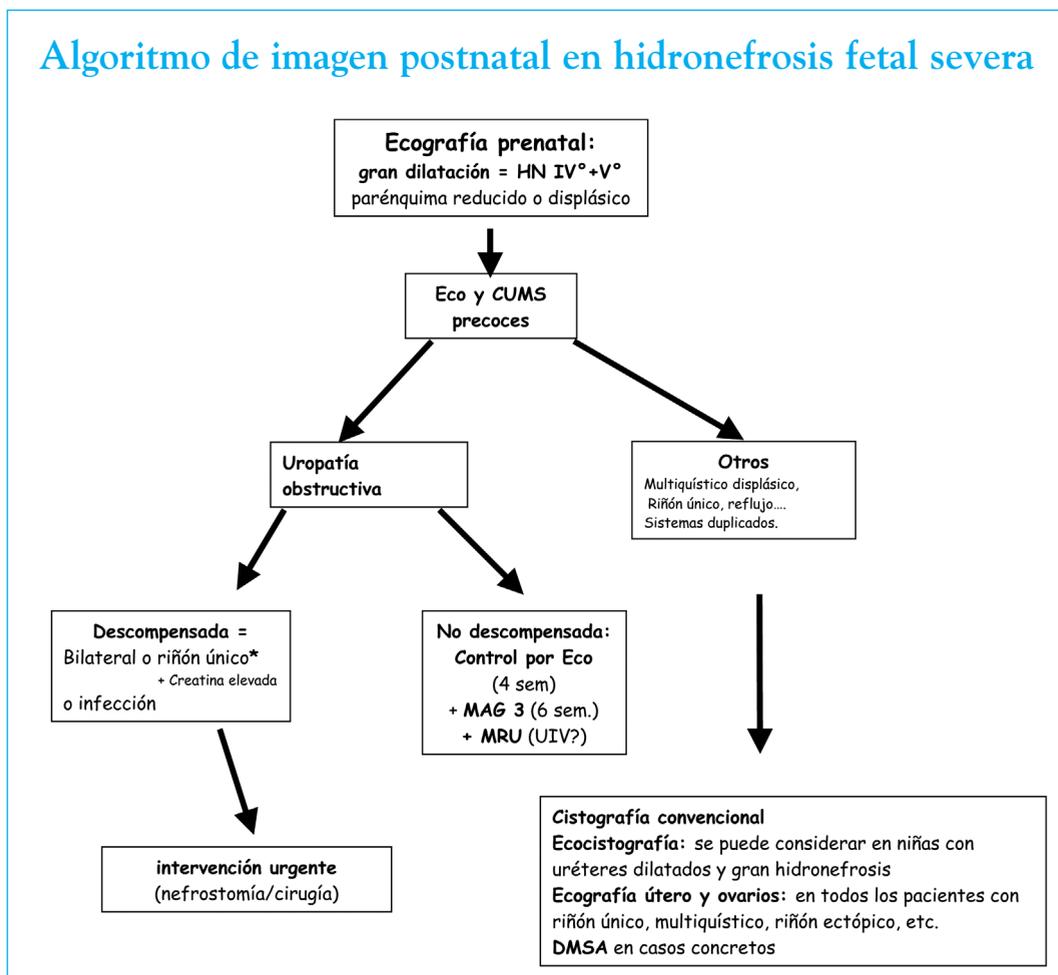
- Valoración adecuada de las cifras tensionales del niño (TA/edad/sexo/talla).
- Historia clínica adecuada y dirigida.
- Exploración física dirigida.
- Estudios complementarios (analíticos y pruebas de imagen)
- Valorar posible repercusión en órganos diana (fondo de ojo y corazón)



- 1) **Ecografía (Modo-B):** parénquima renal y sistema colector.
- 2) **Ecografía con Doppler Color y Doppler espectral:** trombosis arterial o aórtica y alteraciones en el espectro arterial en relación con estenosis intrínseca o extrínseca de la arteria u obstrucción venosa.
- 3) **Cistografía** si hay historia previa de infecciones urinarias y si la eco demuestra hidronefrosis.
- 4) **Renograma-DMSA:** sensibilidad del 90% para la detección de enfermedad reno-vascular.
- 5) **Angiografía:** reservada para pacientes con alta sospecha de HTA de origen reno-vascular y posibilidad de tratamiento percutáneo.
- 6) **Angio CT y angio-RM:** Técnicas con gran futuro aunque pendientes de validación en el paciente pediátrico. Limitadas para la valoración de arterias segmentarias e intrarenales que son con frecuencia las afectas en la HTA-RV en la infancia.

Algoritmo I.

## Algoritmo de imagen postnatal en hidronefrosis fetal severa



### Algoritmo II.

490 segundos se tratan conservadoramente con controles estrictos para asegurar que la función renal es estable.

A raíz de la publicación de una nueva enfermedad conocida como: Fibrosis Sistémica Nefrogénica que puede estar relacionada con el uso de Gadolinio endovenoso la práctica de la RM urografía ha sido reconsiderada en el año 2007.

Actualmente existen una serie de recomendaciones Europeas para la utilización de dicha técnica tales como:

1. No utilizar en niños menores de 2 años.
2. No utilizar en pacientes con enfermedades renales conocidas o potenciales

3. No repetir exploraciones, evitando dosis acumulativas del producto.

## INFECCIÓN URINARIA

La infección urinaria es relativamente común en lactantes con una frecuencia aproximada de un 5% en niños con edades comprendidas entre los 2 meses y los dos años de vida. La presentación clínica en este grupo de edad es inespecífica y el diagnóstico se hace con estudio de una muestra de orina obtenida mediante aspiración suprapúbica o cateterización vesical transuretral.

Lo más importante a la hora de establecer el protocolo de estudio de la infección urinaria es no incluir a los pacientes en los que el diagnóstico de infección no ha sido correctamente hecho lo que sometería a los servicios de radiología y a muchos pacientes a la práctica de exploraciones innecesarias.

No existe una opinión unánime sobre las exploraciones de imagen a practicar en pacientes con **infección urinaria** y ofrecemos la nuestro protocolo en el **algoritmo III**.

En pacientes menores de 5 años- primera exploración- ecografía renal + power Doppler (siempre que sea posible), servirá para descartar la presencia de malformaciones renales y del sistema colector. Si la ecografía es normal y la analítica del paciente no sugiere que se trate de una pielonefritis aguda con el estudio ecográfico finalizamos las exploraciones. Si la ecografía es anómala, bien porque existen signos indirectos de la existencia de reflujo vésico-ureteral o signos sugestivos de pielonefritis, debe practicarse una cistografía miccional o una eco-cistografía. Los pacientes mayores de 5 años que responden adecuadamente al tratamiento médico no necesitan exploraciones radioló-

gicas y aquellos que no responden al tratamiento adecuadamente o que presentan infecciones de repetición deberían estudiarse mediante Ecografía y Cistografía miccional. El DMSA lo practicaremos en todos los pacientes a los 9-12 meses de la infección.

**Los signos ecográficos indirectos de la presencia de reflujo** son los siguientes:

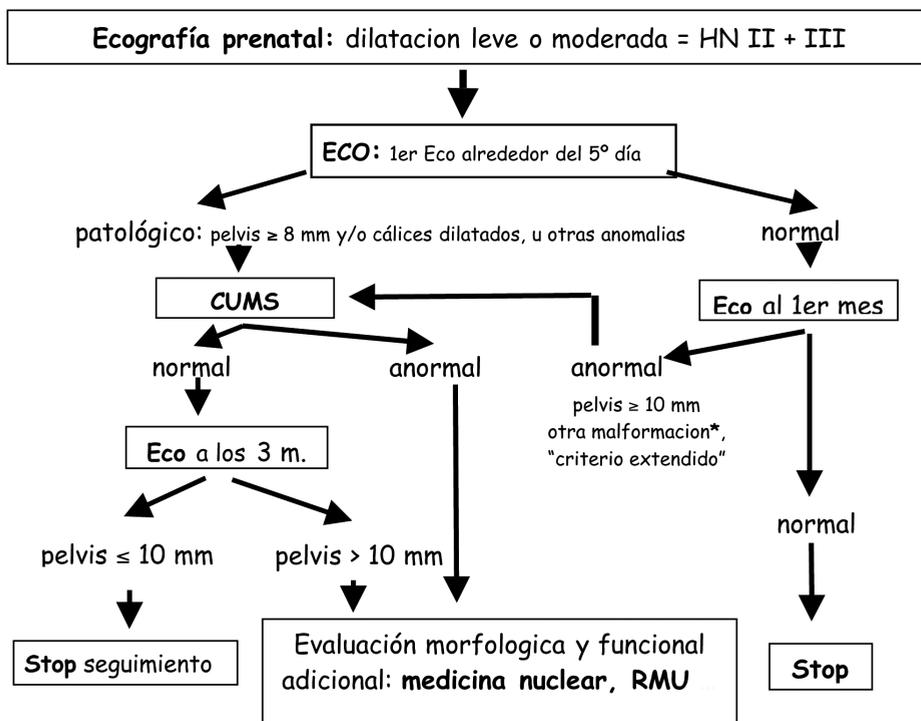
1. Dilataciones del sistema colector sobre todo las que modifican su tamaño durante la exploración.
2. Dilatación del uréter
3. Engrosamiento de la pared de la pelvis.

**Los signos ecográficos de Pielonefritis Aguda son:**

1. Aumento de longitud y sobre todo de volumen del riñón afecto respecto al contralateral.
2. Aumento de la ecogenicidad del cortex renal en relación a la ecogenicidad hepática y esplénica.
3. Defectos de perfusión en el Power Doppler que suelen afectar preferentemente a los polos renales
4. La presencia de absceso (nefritis focal bacteriana) ha de considerarse ante la presencia de una o múltiples lesiones hipo o anecoicas en el cortex renal. El absceso liquefactado requiere drenaje percutáneo.

El DMSA es más sensible que la ecografía con Power Doppler para detectar lesiones renales de Pielonefritis aguda, sin embargo es una exploración con una dosis considerable de irradiación al paciente (es el equivalente a 50 radiografías de tórax) y la mayoría de las lesiones que se detectan en la fase aguda corresponden a zonas de edema que se

## Algoritmo de imagen postnatal en hidronefrosis fetal leve o moderada



\* **Ecografía útero y ovarios:** en todos los pacientes con riñón único, multiquistico displásico, ectópico.

Algoritmo III.

resuelven con el tratamiento médico entre los 9 y 12 meses de la infección. Por lo que el estudio practicado a los 12 meses permitirá seleccionar los pacientes con afectación renal crónica.

La cistografía miccional se practica para detectar la presencia de reflujo vésico-ureteral.

Es una exploración agresiva ya que requiere la cateterización vesical y el uso de radiación ionizante. La cateterización vesical debe hacerse utilizando sondas de alimentación de 5 French en niños pequeños y siempre debería hacerse con **Fluoroscopia Pulsada**. La fluoroscopia pulsada no emite

radiación continua como la fluoroscopia convencional sino a intervalos (pulsos por segundo) que pueden ser regulados por el operador sin perder calidad diagnóstica. Existe una especialmente diseñada para pediatría que puede reducir en un 90% la dosis de irradiación al paciente.

Desde la primera publicación en el año 1998, se han practicado un gran número de **ecocistografías**. Para practicar la exploración se necesita también cateterizar la vejiga urinaria pero no se utiliza radiación ionizante. Instilamos en la vejiga a través de la sonda un contraste ecográfico (Levovist) y suero fisiológico. El contraste está compuesto por partículas de galactosa y ácido palmítico no habiéndose descrito efectos adversos del mismo sobre la pared vesical. La práctica de dicha exploración requiere un conocimiento adecuado de la técnica y disponer de máquinas de última generación pero tiene gran sensibilidad para detectar reflujo véstico-ureteral cuya graduación se hace siguiendo los mismos criterios que los utilizados en la cistografía convencional.

Actualmente, también puede visualizarse adecuadamente la uretra. (Figura).

#### **Indicaciones Eco-cistografía:**

1. Primera exploración y controles en niñas.
2. Controles de reflujo ya conocido en niños.
3. Primera exploración en pacientes con agenesia renal, hermanos con reflujo o riñón multiquistico displásico.

En el complejo infección tracto urinario-reflujo-daño renal hay dos factores de riesgo que predisponen al desarrollo de lesión renal. Uno es la presencia prenatal de reflujo y el otro es la **disfunción del esfínter vesical**.

La presencia de grados severos de reflujo en el feto impide el desarrollo renal adecuado y los pacientes presentan en los estudios ecográficos al nacimiento disminución de tamaño del riñón o riñones afectos, bordes renales irregulares y alteraciones de la ecogenicidad renal.

**La disfunción del esfínter vesical** en nuestra experiencia es frecuente, requiere un tratamiento y manejo clínico específico y se considera un factor importante en el desarrollo de daño renal en pacientes con reflujo. Debe sospecharse en pacientes que presentan capacidades vesicales superiores a lo normal y que tienen dificultades para realizar una micción espontánea durante la exploración.

Los datos clínicos suelen ser muy claros ya que los pacientes presentan micciones poco frecuentes como suelen describir claramente las madres de los pacientes.

## **ENFERMEDADES MÉDICAS RENALES**

En este grupo incluimos entidades tales como las glomerulopatías, síndrome nefrótico, nefronoptosis, trombosis de la vena renal y enfermedades quísticas renales.

La ecografía es la exploración idónea para el estudio de las mismas cuyo diagnóstico definitivo tendrá que establecerse mediante la biopsia renal y /o los estudios genéticos.

**Las biopsias renales las practicamos percutáneamente bajo guía ecográfica.** Como norma general obtenemos dos muestras de tejido, salvo complicaciones de la primera punción y realizamos ecografía de control a las 24 horas. Utilizamos agujas que se visualizan bien en la ecografía por lo que tenemos una monitorización continua del trayecto de la misma.

En general todas estas enfermedades renales presentan cambios ecográficos bilaterales y suelen manifestarse por aumento de longitud y/o aumento de la ecogenicidad salvo en el caso de la trombosis de la vena renal en la cual la afectación puede ser unilateral. El tamaño renal dependerá en parte del tiempo de evolución de la enfermedad pudiendo estar aumentado, normal o disminuido.

### Consideraciones generales de interés:

En los casos de **síndrome nefrótico**, la presencia de pequeños quistes localizados en la periferia renal deberá sugerir que estamos ante un síndrome nefrótico de **tipo Finlandés**.

La presencia de **quistes localizados en la medular** es muy sugestiva del diagnóstico de **Nefronoptosis**.

**La afectación hepática**, con aumento de ecogenicidad periportal o quistes biliares es la norma en la **poliquistosis recesiva o tipo I de la clasificación de Potter**. Los quistes renales suelen ser muy pequeños o no visibles a diferencia de los quistes que se ven en la poliquistosis del adulto o tipo III de la clasificación de Potter. La Resonancia Magnética permitirá la visualización perfecta de las lesiones renales y hepáticas en los casos de poliquistosis tipo I cuyo diagnóstico sea equívoco en la ecografía.

## HIPERTENSIÓN ARTERIAL

La aproximación diagnóstica al niño con hipertensión arterial (HTA) incluye distintas técnicas de imagen. Debemos conocer las indicaciones, ventajas e inconvenientes de cada una de ellas y utilizar, siempre que sea posible, protocolos y algoritmos diagnósticos.

El diagnóstico precoz en edad temprana es fundamental. Tras una historia clínica com-

pleta y una exploración física minuciosa la ecografía es la prueba de elección. El estudio ecográfico en estos pacientes combina la imagen morfológica en escala de grises, el Doppler color y el Doppler pulsado o espectral. Otras técnicas de imagen no invasivas han demostrado gran utilidad en los últimos años e incluyen el CT con tecnología multidetector (TCMD) y la resonancia magnética (RM). La angiografía con sustracción digital (ASD) sigue siendo la prueba estándar de oro para el diagnóstico de la HTA de origen vasculo-renal, identifica el tipo de lesión y la localización para el diagnóstico etiológico en la mayoría de los casos y permite realizar angioplastia percutánea (ATP) por el mismo acceso arterial.

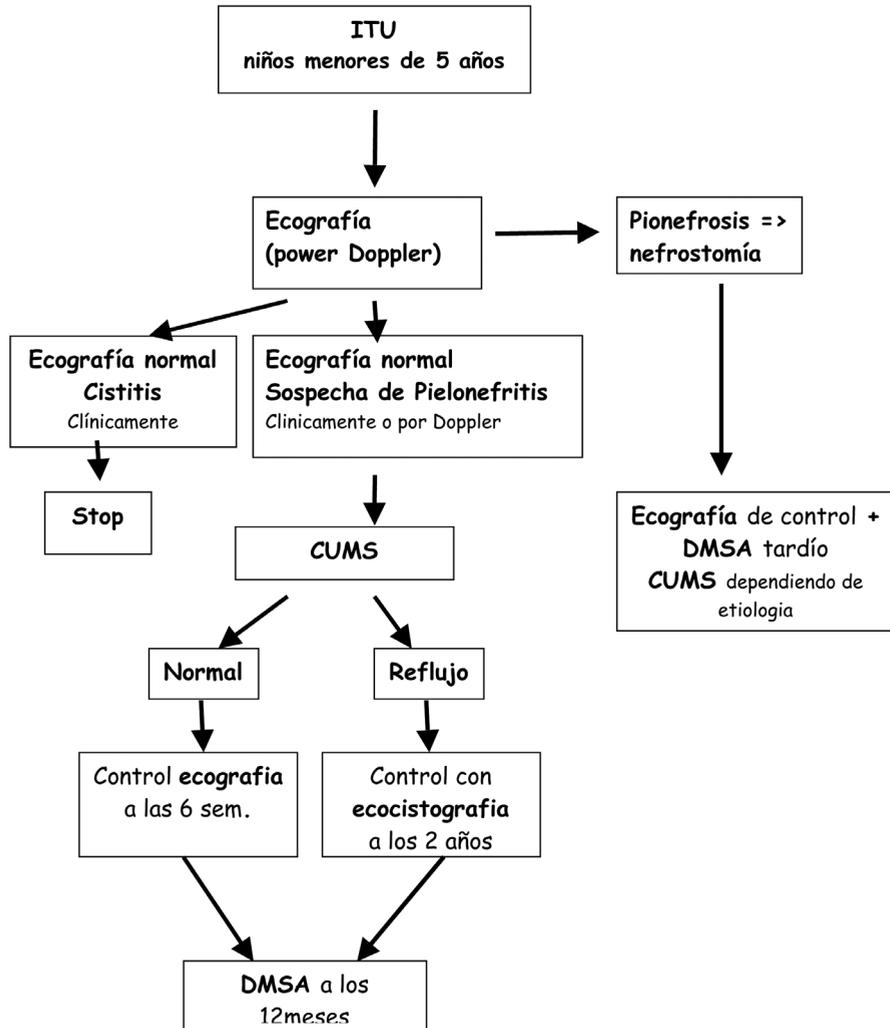
### Ecografía

Es la prueba de imagen inicial en el estudio del niño con HTA. Es muy sensible en la detección de enfermedad del parénquima renal y anomalías del sistema excretor. Se debe utilizar una combinación de imagen en escala de grises, Doppler Color y Doppler pulsado para valorar morfología, vascularización y cuantificación del flujo arterial y venoso.

Además de tratarse de un estudio morfológico de gran resolución la utilización de técnica Doppler color y Doppler pulsado permiten valorar arterias y venas renales siendo capaz detectar cambios en el flujo renal debido a lesiones arteriales estenosantes.

La sensibilidad y especificidad para la detección de estenosis de arteria renal están alrededor del 84%-100% y del 73%-98.5% respectivamente. Pese a estos valores, incluso en manos expertas en neonato y niños pequeños hasta un 20% de los estudios son técnicamente deficientes. Además de ser la primera prueba de imagen a realizar tiene un

## Algoritmo de Imagen en Infección Urinaria en niños



Niños > 5 años que no responden a tratamiento médico o con infecciones recurrentes:

- Ecografía + Ecocistografía
- DMSA según hallazgos
- Alteración función vesical => Urodinamia

Algoritmo IV.

papel importante en el control del paciente sometido a cirugía correctora o técnicas de angioplastia percutánea.

Tiene también un papel fundamental en la valoración de las complicaciones vasculares y parenquimatosas del trasplante renal con alta sensibilidad y especificidad.

### Medicina nuclear (estudios isotópicos)

Se considera la prueba no invasiva estándar de oro para el diagnóstico de la HTA reno-vascular. El renograma con Captopril es una técnica morfo-funcional, de baja dosimetría que aporta información sobre la existencia o no de lesión arterial reno-vascular así como su reversibilidad y pronóstico de respuesta al tratamiento.

### Resonancia magnética (Angio-RM y Uro-RM)

Es una técnica con un futuro prometedor aunque carece todavía de una evaluación exhaustiva en el paciente pediátrico. Su principal ventaja radica en que se no utiliza radiación ionizante. Los principales inconvenientes son la necesidad de sedación en niños menores de 5-6 años y la relativa baja resolución espacial que limita la detección de estenosis a arterias renales principales o ramas de mayor calibre. Además suele existir un problema de disponibilidad.

Entre los avances tecnológicos destaca la aparición de secuencias angiográficas rápidas con adquisición multifase. Estas secuencias disminuyen ligeramente la resolución espacial a cambio de reducir el tiempo de adquisición (8-12 segundos). Al obtener estas imágenes sin intervalo entre una adquisición y la siguiente tenemos información angiográfica en diferentes fases (arterial pre-

coz, arterial parenquimatososa y venosa). Posteriormente añadimos un intervalo de tiempo definido consiguiendo adquisiciones en fase de excreción renal del contraste (10-15 minutos) permitiendo además valorar la función de ambos riñones y cuantificar concentración y eliminación del contraste (Uro-RM). La detección de pequeñas zonas de menor realce puede reflejar lesión vascular de ramas arteriales de pequeño calibre

### Tomografía computarizada multicorte (TCMC y Angio-CT)

Ampliamente utilizada en pacientes adultos. Su principal ventaja es la rapidez y alta resolución espacial con adquisición volumétrica isotrópica y reconstrucciones multiplanares y angiográficas 3D de alta calidad. Actualmente disponemos de TC con tecnología multicorte con el que se pueden obtener 64 cortes axiales de 0,67mm de grosor en 0,5 segundos. El principal inconveniente es la utilización de radiación ionizante.

Publicaciones recientes sugieren una gran resolución diagnóstica en el estudio del niño con HTA demostrando causas reno-vasculares y otras etiologías tratables como lesiones tumorales, compresiones extrínsecas, alteraciones parenquimatosas, etc.

El estudio angiográfico tiene mayor resolución espacial que la angio-RM aunque persiste una limitación en la valoración de ramas segmentarias e intrarenales donde suele localizarse la estenosis arterial en pacientes pediátricos.

### Arteriografía

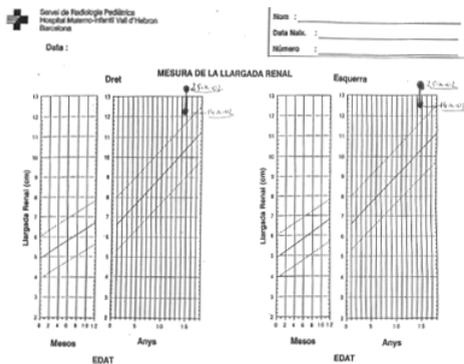
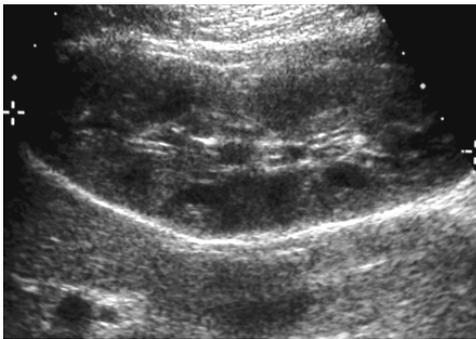
Estudio angiográfico intervencionista que suele consistir en la adquisición de imágenes

nes bidimensionales o 3D tras la inyección de contraste en aorta abdominal y arterias renales tras punción arterial y cateterización. Es el estudio angiográfico de referencia permitiendo además realizar angioplastia percutánea en pacientes seleccionados. Puede asociarse a la cuantificación de Renina en venas renales de forma selectiva. Debería ser la prueba de imagen indicada en pacientes con alta sospecha de HTA-RV y negatividad de pruebas no

invasivas. Se han establecido dos criterios clínicos fundamentales para la utilización de arteriografía en la edad pediátrica: HTA severa que excede el percentil 99 para la edad y sexo y fallo de normalización de la tensión arterial usando un fármaco.

Sus principales inconvenientes son la necesidad de sedación, la posibilidad de producir una lesión arterial debida al cateterismo y la radiación

## TAMAÑO RENAL



Tablas de longitud renal

Figura 1.

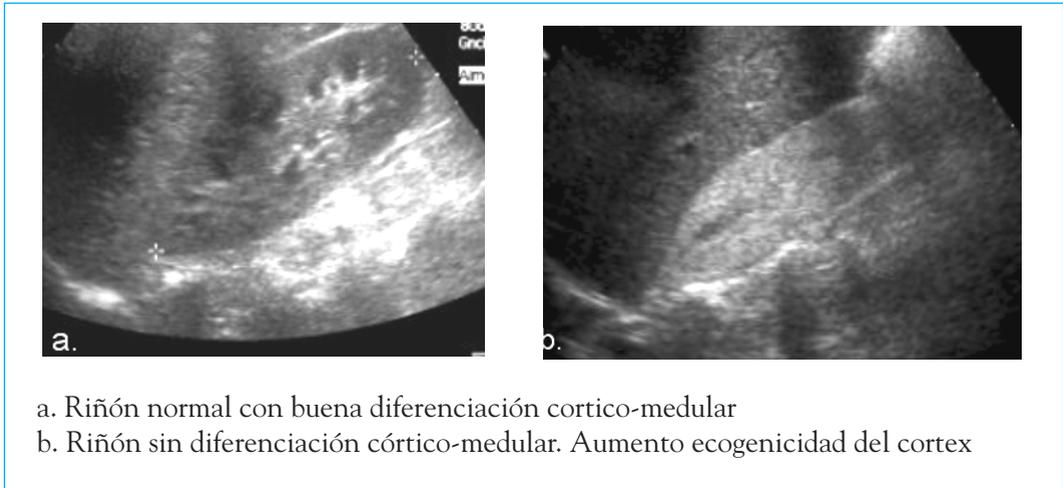


Figura 2.

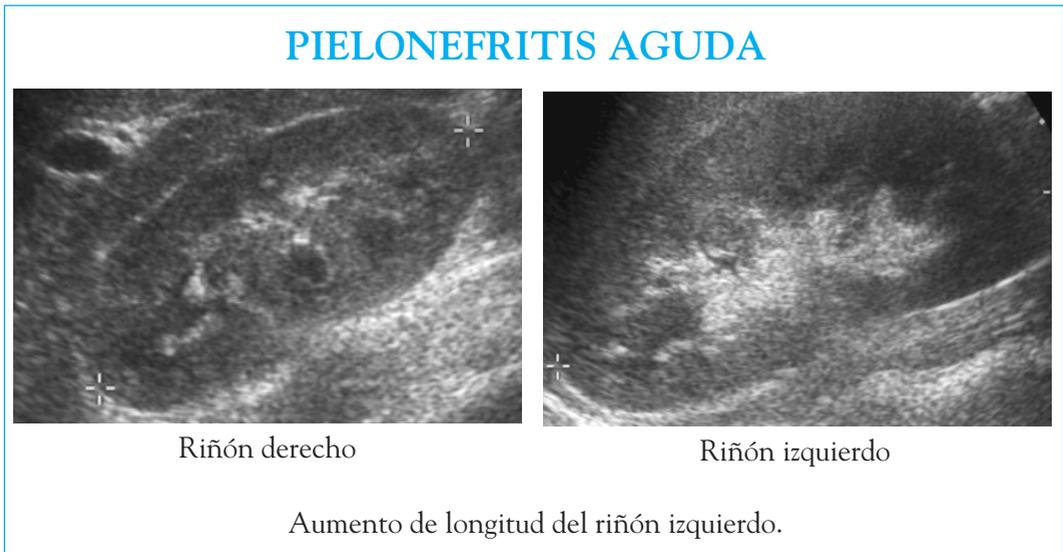


Figura 3.

## Nefritis focal bacteriana

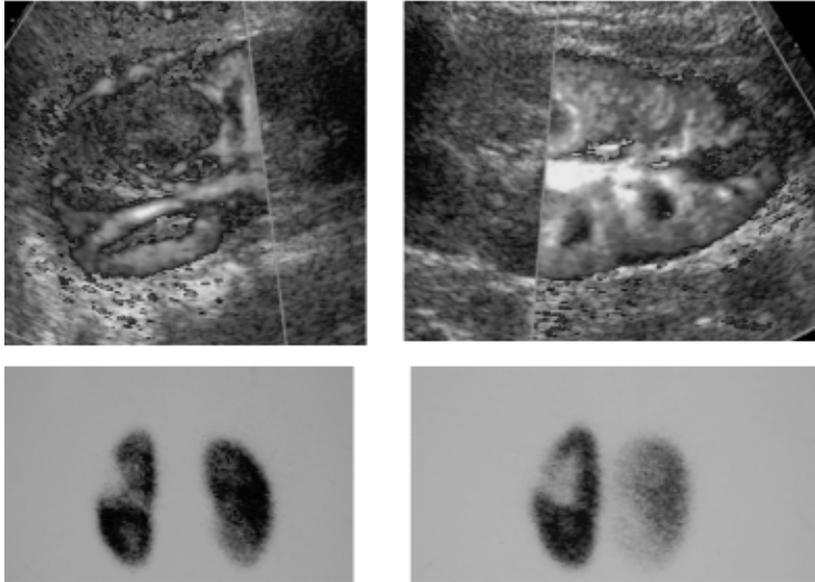


Figura 4. Defecto de perfusión en riñón izquierdo en Doppler y en DMSA

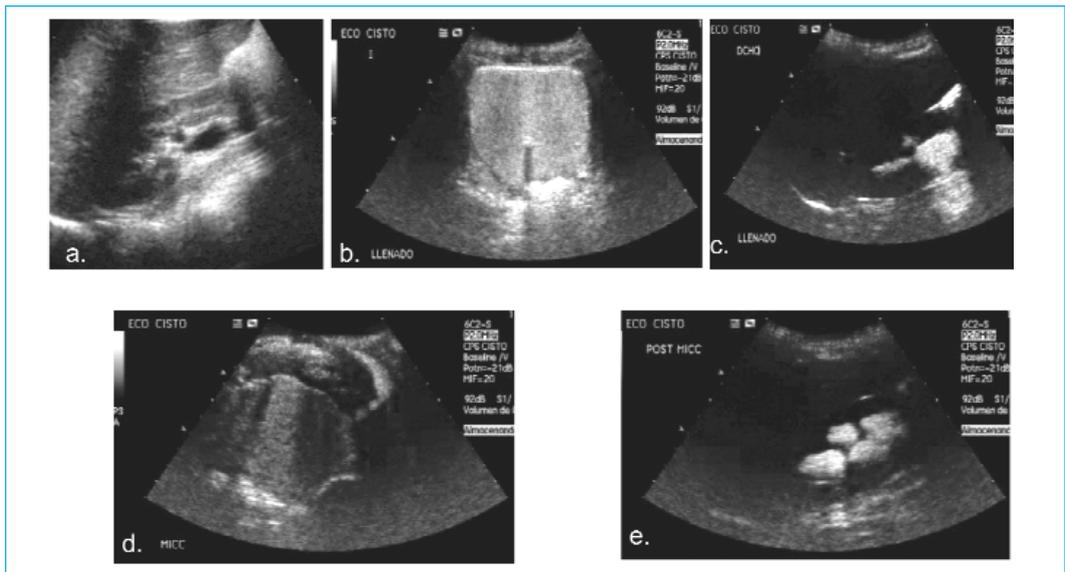
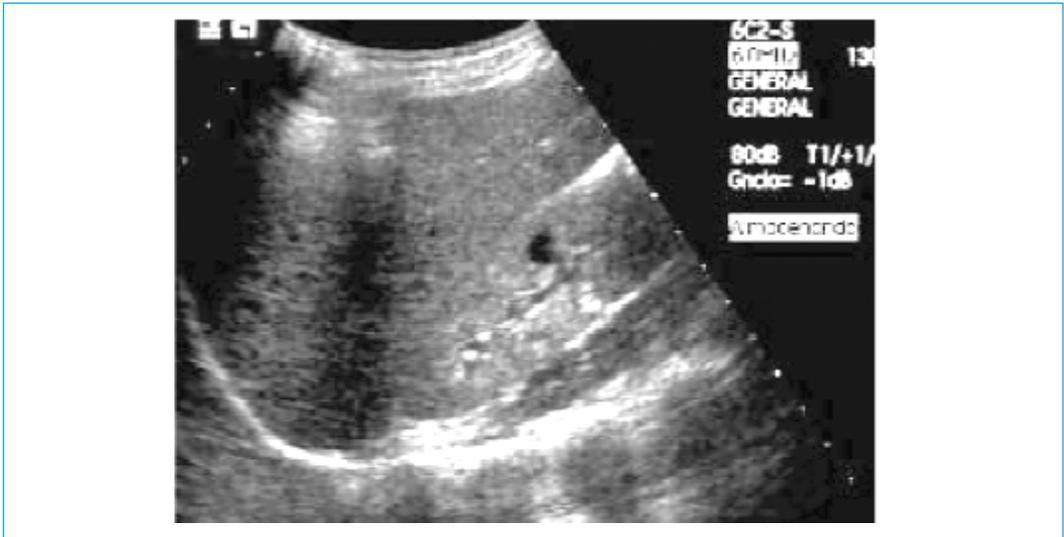
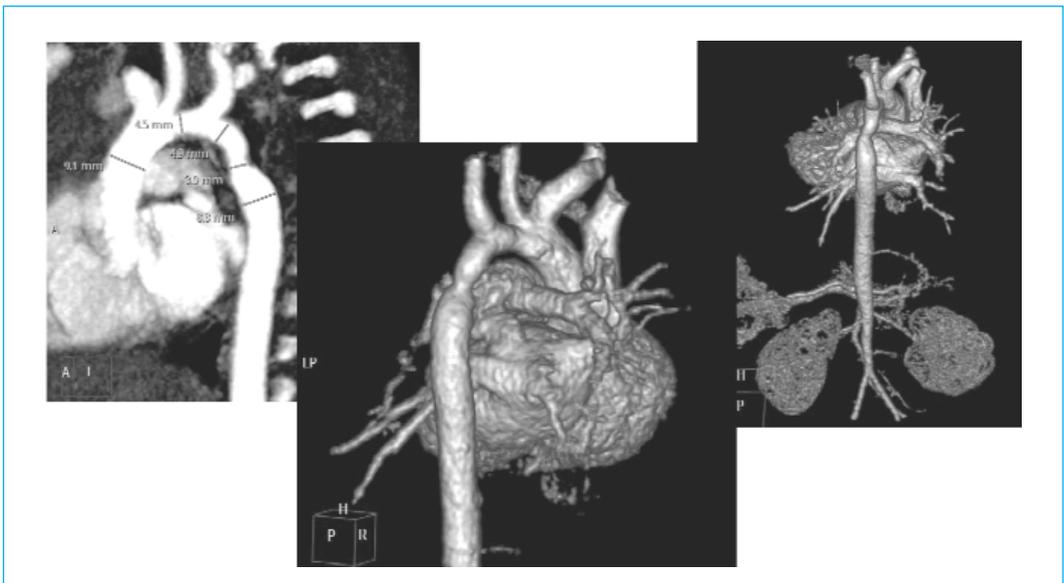


Figura 5. Ecocistografía: a. Estudio base con ligera dilatación píelica – b. Vejiga llena de contraste. c. Reflujo de contraste a pelvis y cálices. – d. Visualización de la uretra. – e. Dilatación del sistema colector en el corte post-miccional



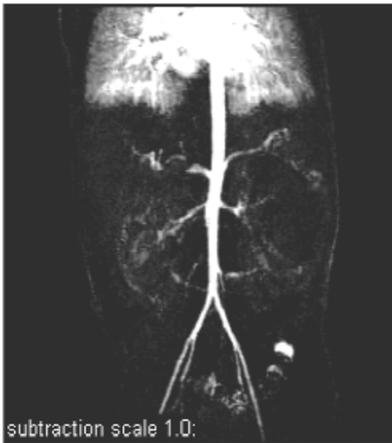
**Figura 6.** Quiste localizado en la medular en paciente con insuficiencia renal (nefronoptosis)



**Figura 7.** ANGIO CT: Reconstrucciones angiográficas de estudio volumétrico obtenido con TC multidetector de 64 cortes tras la inyección de contraste endovenoso por vía periférica. Coartación de aorta en lactante con HTA.

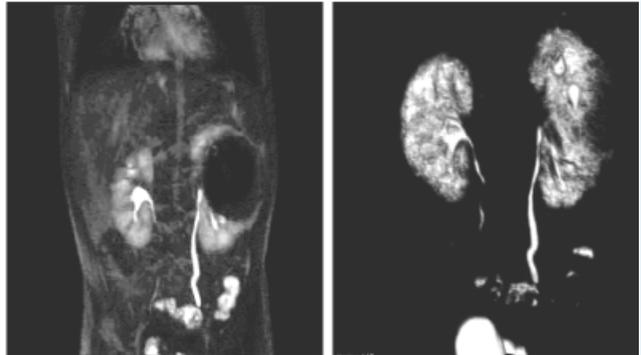


**Figura 8.** Resonancia magnética con técnica de Uro-RM. Duplicidad ureteral bilateral y dilatación Grado V derecha y grado III izquierdo. Estudio sin contraste endovenoso.



Reconstrucción coronal de Angio-RM obtenida tras la administración de contraste paramagnético. Visualizamos aorta abdominal y ramas principales

## URO-RM



UroRM del mismo paciente. Reconstrucción coronal y 3D en fase de excreción de contraste para valorar sistema excretor renal. Visualizamos ureter izquierdo y ausencia de contraste en la lesión quística renal izquierda lo que descarta comunicación con el sistema excretor. Diagnóstico definitivo: absceso rena

**Figura 9.**