

**Departament de Cirurgia / Facultat de Medicina
Universitat Autònoma de Barcelona**

Trabajo de Investigación – Convocatoria de Junio 2011.

TRATAMIENTO DE LA LITIASIS URINARIA EN PACIENTES PEDIÁTRICOS MEDIANTE LITOTRICIA EXTRACORPÓREA

Autor:

M. Rocío Jiménez Corro

Dirección del Trabajo de Investigación:

Catedrático Dr. Xavier Rius Cornadó (Cirugía General Hospital de la Santa Creu i Sant Pau).

Co-dirección del Trabajo de Investigación:

Dr. Sergi Sabaté (S. Anestesia Fundació Puigvert – IUNA).

Dr. Jorge Caffaratti Sfulcini (S. Urología Fundació Puigvert-IUNA).

ÍNDICE

• Resumen	pag. 3 – 6
• Introducción	pag. 7 – 19
• Revisión y actualización bibliográfica	pag. 20 – 25
• Hipótesis	pag. 26
• Objetivo	pag. 27
• Material y métodos	pag. 28 - 29
• Resultado	pag. 30 – 40
• Discusión	pag. 41 – 44
• Conclusiones	pag. 45
• Bibliografía	pag. 46 – 51

I. Resumen

Introducción: La litiasis urinaria en edad pediátrica afecta a un 5 –10% de dicha población. La causa suele ser multifactorial debiendo descartar la existencia de enfermedad metabólica concomitante. El tratamiento de la litiasis urinaria en edad infantil incluye desde tratamiento mínimamente invasivo como la litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOC) a tratamiento quirúrgico (endourológico o abierto). El tratamiento con litotricia ha demostrado ser un método seguro y eficaz con escasas complicaciones para este grupo de pacientes.

Material y Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo con un total de 82 pacientes en edad pediátrica con patología litiásica renal o urinaria tratada mediante litotricia por ondas de choque (LEOC). Se analizaron de forma descriptiva los resultados sobre este grupo de pacientes.

Resultados: De los 82 pacientes estudiados, el 54% fueron de sexo masculino y el 46% de sexo femenino, con una edad media de 8,6 años. Un 66% de los pacientes presentaban antecedentes familiares de litiasis urinaria. Se analizó la respuesta a litotricia extracorpórea según tamaño y grupos de edad por rangos y se observó que no había diferencias significativas en cuanto a número de sesiones necesarias por grupos de edad pero con tendencia a la significación estadística en el grupo de menor edad (de 0 a 3 años). Asimismo este grupo de pacientes presentaban comparativamente litiasis de mayor tamaño que el grupo de mayor edad (de 16 a 20 años). Se observó que las complicaciones se

presentaron en sólo 10 pacientes (8%) considerando como tales la presencia de fragmento obstructivo, dolor lumbar o calle litiásica.

Conclusiones: Tras analizar los resultados se puede concluir que la litotricia extracorpórea por ondas de choque constituye un tratamiento eficaz para el tratamiento de litiasis independientemente de su localización, no encontrando diferencias por grupos de edad y consiguiendo buenas tasas de “stone free” incluso para litiasis coraliformes en pacientes en edad infantil y con escasas complicaciones.

I. Resum

Introducció: La patologia litiàsica urinària infantil afecta a un 5 –10% d'aquesta població. La causa sol ser multifactorial havent de descartar l'existència d'una malaltia metabòlica concomitant. El tractament de la litiasi en edat infantil inclou des de tractament mínimament invasiu com la litotripsia extracorpòria per ones de xoc (LEOX) a tractament quirúrgic (endourològic o obert). El tractament mitjançant litotripsia ha demostrat ser un mètode segur i eficaç amb escasses complicacions per a aquest grup de pacients.

Material i Mètodes: Es va realitzar un estudi retrospectiu amb un total de 82 pacients en edat pediàtrica amb patologia litiàsica tractada mitjançant litotripsia per ones de xoc. Es van analitzar de forma descriptiva els resultats sobre aquest grup de pacients.

Resultats: Dels 82 pacients estudiats, el 54% van ser nens i el 46% nenes, amb una edat mitjana de 8.6 anys. Un 66% dels pacients presentaven antecedents familiars de litiasi. Es va analitzar la resposta a litotripsia segons tamany i grups d'edat per estrats observant que no hi havia diferències significatives respecte al número de sessions necessàries per grups d'edat però amb tendència a la significació en el grup de menor edat (de 0 a 3 anys). Tanmateix, aquest grup de pacients presentaven comparativament litiasi de major tamany que el grup de més edat (de 16 a 20 anys). Es va observar que les complicacions es van presentar en només 10 pacients (8%) considerant com a tals la presència de fragments obstructius, dolor lumbar o càrrec litiàsic.

Conclusions: Després d'analitzar els resultats es pot concloure que la litotripsia per ones de xoc constitueix un tractament eficaç pel tractament de la litiasi independentment de la seva localització, no trobant diferències per grups d'edat i aconseguint bones taxes de "stone free" inclús per litiasi coraliformes en pacients en edat infantil i amb escasses complicacions.

II. Introducción

1. Epidemiología de la patología litiásica

La litiasis urinaria tiene una prevalencia en los países desarrollados de un 4 a un 8% de la población general, y una incidencia anual de un 0.1 a un 0.3% (1). Según el estudio epidemiológico realizado por el Grupo de Urolitiasis de la Asociación Española de Urología se mostró una prevalencia en España de patología litiásica del 5.06% de la población y una incidencia anual del 0.73%(2). En cuanto a la incidencia de enfermedad litiásica en población infantil, la incidencia es menor, siendo del 1 al 3%; sin embargo, existen zonas endémicas donde la incidencia es mayor como Turquía, Sudeste Asiático y Medio Oriente (3).

Asimismo según algunas publicaciones, la incidencia de urolitiasis en pacientes pediátricos ha aumentado en la última década sin poder identificar la causa, posiblemente reflejando un estilo de vida más occidentalizado, y cambios en la dieta, como un mayor consumo de sal y menor ingesta hídrica(4).

Según algunos estudios, existe cierta predominancia en el sexo masculino en aquellos niños menores de dos años, con una proporción de 5:1, disminuyendo a 1.5:1 a partir de los dos años. También existe diferencia en cuanto a composición y edad, siendo más frecuentes los cálculos de fosfato en los niños menores de dos años; por encima de los dos años de edad son más frecuentes los cálculos oxalo-cálcicos. La cistinuria es responsable del 10% de los cálculos en los pacientes de entre 10 a 15 años (6).

2. Causas:

La causa de la enfermedad litiásica infantil incluye numerosos factores; desde patologías metabólicas, la asociación de malformaciones congénitas, los antecedentes familiares y factores dietéticos.

a) Factores urológicos:

Varios son los estudios que asocian la patología litiásica infantil con la presencia de infección urinaria concomitante, con unas tasas de entre el 20 hasta el 78% (6).

Otros factores urológicos que pueden favorecer la presencia de litiasis urinaria son las malformaciones congénitas, siendo las más frecuentes el síndrome de la unión pieloureteral (hasta en un 11% según las series) y el reflujo vesico-ureteral (hasta en un 21%). Otro factor urológico asociado con la urolitiasis es el uso de intestino para ampliación vesical (8%) (9).

b) Factores metabólicos:

Dentro de las causas metabólicas se incluyen patologías de transmisión hereditaria y otras de trastorno intrarrenal no hereditarias.

Las patologías hereditarias más frecuentes causantes de litiasis en edad pediátrica son:

- La Hiperoxaluria primaria (HOP): enfermedad autosómica recesiva causante de litiasis renal y nefrocalcinosis. Entre un 3 – 13% de los niños presenta un aumento en la excreción urinaria de oxalato. La HOP es responsable de hasta un 50% de las litiasis de oxalato en los niños con litiasis por dicha causa. Se considera anormal la excreción de $> 50 \text{ mg}/1.73 \text{ m}^2/24\text{h}$ de oxalato en orina; y su diagnóstico se realiza mediante la detección de ácidos orgánicos procedentes de su metabolismo en orina.
- La Cistinuria: patología autosómica recesiva causante de litiasis renal sin nefrocalcinosis. La cistinuria se encuentra entre un 5 -10% de los pacientes pediátricos con urolitiasis (5, 10). El diagnóstico se realiza mediante la detección de cistinuria junto con aminoaciduria dibásica. Se considera anormal la excreción de $> 60 \text{ mg}/1.73 \text{ m}^2/24\text{h}$.

Dentro de las causas metabólicas no hereditarias que se asocian con patología litiásica infantil se encuentran:

- La hipercalcia siendo la alteración más frecuente presente en los niños con patología urolitiásica, desde un 9 – 42% según las series (9). Se definen como valores de excreción normal de calcio en orina $<4 \text{ mg}/\text{kg}/24 \text{ horas}$ o bien un cociente calcio/creatinina (mg/mg) < 0.2 (11).
- Ácido úrico: los cálculos de ácido úrico en niños representan el 4% de los cálculos urológicos. Su presencia no indica la existencia de hiperuricosuria sino que se debe a una excesiva excreción bien sea

por trasgresión dietética, trastornos mieloproliferativos o hemólisis en un sistema tubular renal inmaduro e incapaz de excretar y filtrar de forma adecuada un aumento del mismo. Un ejemplo es la enfermedad de *Lesch-Nyhan*.

c) Factores dietéticos:

El principal factor no urológico responsable de la formación de litiasis es la escasa ingesta de líquidos. Otros factores incluyen la obesidad, las trasgresiones dietéticas, estados de malnutrición, medicamentos.

d) Antecedentes familiares

De forma global, los pacientes con antecedentes familiares de urolitiasis tienen un riesgo tres veces mayor de sufrir litiasis (12). Según las series, hasta un 70% de los pacientes pediátricos con enfermedad litiásica tienen historia familiar de litiasis (9).

3. Clínica

La forma de presentación suele variar según la edad del paciente. El dolor abdominal inespecífico o pélvico suele presentarse en los pacientes más jóvenes hasta en un 50% de los casos (5), mientras que el cólico nefrítico suele darse en niños mayores de 15 años. Los síntomas o signos más frecuentes en la niñez son la hematuria, tanto macro como microscópica, presente entre un 50 – 90% de los casos. La coexistencia de infección urinaria (ITU) y litiasis se encuentra hasta en un 11% , siendo más frecuente en los pacientes de menor edad que en los adolescentes. Según algunos autores no está demostrado si la litiasis es por causa infecciosa o bien la litiasis favorece la infección urinaria (5,10, 13).

El síndrome miccional, como disuria y polaquiuria puede observarse en aquellos pacientes con litiasis localizadas a nivel vesical y/o uretral.

4. Diagnóstico

El diagnóstico de la patología litiásica urinaria en edad infantil, como en otras patologías, se establece mediante la historia clínica exhaustiva junto con la clínica acompañante y con ayuda de pruebas de imagen. En el caso concreto de la urolitiasis, el análisis del cálculo es imperativo y en su defecto la determinación de cristaluria para poder establecer un diagnóstico etiológico.

a) Historia clínica

Necesaria para determinar antecedentes familiares, historia dietética para descartar posibles causas como escasa ingesta hídrica o medicación.

a) Pruebas de imagen

La prueba de imagen inicial a realizar ante la sospecha de litiasis en el niño es la ecografía reno-vesical, pudiéndose asociar a la radiografía simple de abdomen. Pero a pesar de la información que pueda aportar esta técnica de imagen y su inocuidad es necesario en este grupo de pacientes poder descartar anomalías anatómicas así como diagnosticar litiasis no visibles por radiografía (como el caso de las litiasis cistínicas o infecciosas). En estos casos está indicada la realización de TC abdominal o en caso de contraindicación o imposibilidad estaría indicada la realización de urografía intravenosa (UIV) (14).

b) Análisis cristalográfico

El hecho más importante para la evaluación del paciente pediátrico con urolitiasis es el análisis cristalográfico. Un diagnóstico precoz es importante no sólo para prevenir las recidivas sino para poder instaurar las medidas terapéuticas que puedan evitar o retrasar tanto las posibles recidivas como las potenciales complicaciones renales, óseas o incluso cardiovasculares asociadas (15).



Fig.1 Cálculo de oxalato cálcico



Fig. 2 Cálculo de cistina

En la siguiente tabla se muestra la clasificación morfoconstitucional del cálculo junto con las causas principales.

TIPO	COMPOSICION	CAUSAS PRINCIPALES
Ia	Whewellita (OCM)	Hiperoxaluria intermitente.
Ib		Placa de Randall
Ic		Hiperoxaluria
Id		HOP
		Hiperoxaluria. Litiasis múltiple asociada a confinamiento anatómico
IIa	Weddellita (OCD)	Hipercalciuria
IIb		Hipercalciuria + Hiperoxaluria moderada
IIc		Hipercalciuria
IIIa	Ácido Úrico	pH urinario ácido Litiasis de estasis
IIIb		pH urinario ácido Hiperuricemia, ileostomía, gota, fármacos
IIIc	Uratos alcalinos	Hiperuricosuria con pH alcalino
IIId	Urato amónico	ITU Diarrea, abuso de laxantes, malnutrición
IVa	Carboapatita	ITU Hiperparatiroidismo (HP) ATR, Sd. Cacchi-Ricci
IVb	Carboapatita (+ estruvita)	ITU (ureolíticos) HPP
IVc	Carboapatita + Estruvita	ITU ureolitica
IVd	Brushita	Hipercalciuria HPP Pérdida renal fosfatos
Va	Cistina	Cistinuria
Vb	Cistina	Cistinuria + alcalinización terapéutica excesiva
VIa	Proteínas	PN crónica
VIb	Proteínas + Fármacos	Litiasis medicamentosa o de origen metabólico.
VIc	Proteínas + Whewellita	Litiasis en pacientes con IRC o en diálisis.

Tabla 1. Clasificación morfoconstitucional del cálculo urinario. Grupos y causas.

c) Estudio metabólico

Se realiza mediante la recogida de orina de 24 horas analizando el volumen y la presencia de calcio, oxalato, sodio, ácido úrico, citrato y cistina en orina.

En la siguiente tabla se muestran los valores normales de estos componentes en orina de 24 horas en pacientes pediátricos:

CALCIO	< 4 mg /Kg/d
ÁCIDO ÚRICO	< 0.57 mg/d
OXALATO	< 50 mg/1.73/d
CISTINA	< 60 mg/d
CITRATO	>400 mg/g Creatinina
VOLUMEN	>20 ml/Kg/d

Tabla 2. Valores normales en orina 24 horas en pacientes pediátricos.

La hipercalciuria es la causa no infecciosa más común de urolitiasis en niños. A pesar que este hallazgo suele ser idiopático en muchos casos, existen causas que producen hipercalciuria como la terapia corticoidea o con furosemida. Existen dos tipos de hipercalciuria: la renal y la absorptiva. La primera se debe a un trastorno tubular renal intrínseco y no se ve influenciada por la ingesta cálcica. La segunda se debe a un aumento en la absorción cálcica respondiendo a una restricción cálcica en la dieta para disminuir dichos niveles.

Las litiasis de ácido úrico suponen el 4% de las litiasis infantiles. Su presencia no implica la existencia de hiperuricosuria sino un aumento en

la excreción de ácido úrico por un aumento en su filtración renal (por ejemplo: aumento en la ingesta de purinas, hemólisis, procesos limfoproliferativos). Este aumento en un sistema tubular aún inmaduro puede favorecer la creación de litiasis úricas en pacientes sobre todo menores de 2 años.

La cistinuria es responsable de hasta el 10% de las litiasis en pacientes pediátricos. La presencia de litiasis cistínicas es patognomónico de dicha enfermedad y se confirma por la presencia de cistinuria y aminoaciduria dibásica.

El citrato es un inhibidor conocido de la litogénesis. La presencia de hipocitraturia se encuentra hasta en un 10% de los niños con urolitiasis. Además la disminución en la excreción de citrato es mayor en niños que presentan hipercalciuria (10).

5. Tratamiento

El tratamiento incluye desde medidas higiénico-dietéticas como aumento de la ingesta hídrica, disminución de la masa corporal o modificación de hábitos dietéticos; hasta tratamiento sobre la litiasis, bien sea mínimamente invasivo como la litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOC) hasta procedimientos invasivos como la cirugía, tanto endourológica como abierta o laparoscópica tras la aparición de nuevas técnicas.

Litotricia extracorpórea por ondas de choque

El tratamiento mediante LEOC constituye el tratamiento de referencia para las litiasis renales y/o ureterales en el adulto, sin embargo, hasta el inicio de publicaciones en 1986 demostrando su eficacia y seguridad y la naturaleza mínimamente invasiva en el grupo de pacientes pediátricos, su uso no era muy extendido. Se han propuesto distintos factores que pueden influir en el éxito de la LEOC en niños, como las condiciones anatómicas (menor tamaño), una mayor peristalsis y flexibilidad del uréter del paciente infantil, la naturaleza más inconsistente de la litiasis así como los avances tecnológicos en los nuevos dispositivos fragmentadores de litiasis.

Los resultados en cuanto a tasas de éxito, considerando como tal la tasa de “stone-free” (tasa libre de litiasis) y necesidad de nuevo tratamiento, son variables según las publicaciones. Así, algunos autores encuentran tasas de stone-free del 100% para litiasis < 20 mm (15). La monoterapia con LEOC puede conseguir tasas de “stone-free” de hasta un 95% para litiasis de entre 20 – 30 mm y de un 73% para litiasis coraliformes (17). La localización de la litiasis

también es un factor importante para determinar el éxito de la LEOC; ésta es más efectiva para litiasis localizadas en pelvis renal que en cálices y uréter.

En cuanto a complicaciones secundarias al tratamiento mediante litotricia, estas suelen ser menos frecuentes que en adultos (18), y la necesidad de nuevas sesiones o bien procedimientos quirúrgicos secundarios dependerá del tamaño, localización y posibles complicaciones.

Se recomienda el tratamiento mediante litotricia extracorpórea por ondas de choque en paciente pediátricos para aquellas litiasis de hasta 15 mm con buenas tasas de fragmentación y stone free (6).

Nefrolitotomía percutánea

Para aquellas litiasis > 15 mm en niños, se recomienda el tratamiento quirúrgico (endourológico, abierto, laparoscópico e incluso robótico), sobre todo, si incluyen litiasis múltiples, litiasis de causa metabólica (por ejemplo de cistina), o anomalías anatómicas. El tratamiento combinado mediante nefrolitotomía percutánea y litotricia, está descrito sobre todo en aquellos casos en los que persisten fragmentos litiásicos tras una sesión de litotricia sobre litiasis localizadas en polo inferior.

Ureteroscopia

Históricamente la ureteroscopia (URS) en niños se usaba para el tratamiento de litiasis localizadas por debajo de la cresta ilíaca o bien para aquellas litiasis localizadas en tramo urinario superior tratadas previamente mediante LEOC sin éxito. Esto era debido al riesgo de estenosis uretral y ureteral, riesgo de isquemia ureteral y el desarrollo de reflujo vesico-ureteral debido a la dilatación

necesaria en meatos ureterales de pequeño calibre. Tras la introducción de material adaptado para pacientes pediátricos, varias son las series que avalan su uso para el tratamiento de la litiasis en edad pediátrica, sobre todo, de localización ureteral, con unas tasas de stone-free desde el 75 al 100% y sin necesidad de dilatación del meato ureteral (7).

III. Revisión y Actualización Bibliográfica

Desde la introducción de la litotricia como tratamiento de las litiasis urinarias en adultos en el 1980 se conoce que el 96% de las litiasis se pueden tratar con éxito, con unas tasas de desintegración en adultos de entre el 50 – 90% (3). La introducción de este tratamiento en el ámbito pediátrico fue gradual ya que no existían datos previos que avalaran su eficacia, seguridad y posibles efectos adversos. La principal preocupación para el uso de esta técnica era las potenciales complicaciones como la obstrucción ureteral por fragmentos, cólico, hematuria, hemoptisis, sepsis, arritmia cardíaca y los efectos sobre otros órganos (19). No fue hasta 1986 cuando se realizó la primera publicación sobre LEOC en niños (20).

Diferentes factores pueden influir en el éxito de la LEOC en pacientes pediátricos, como es la mayor flexibilidad y peristalsis ureteral, el menor tamaño y por tanto superficie corporal del paciente, la menor dureza de la litiasis por tener menor tiempo de litogénesis (excepto en las litiasis de causa metabólica), así como los avances tecnológicos en los nuevos dispositivos.

Existen distintos tipos de dispositivos litotritores. Su fundamento radica en la fragmentación de los cálculos por cavitación al contactar las ondas con la litiasis. Existen distintas ondas de choque: las electro-conductivas, piezoeléctricas y más recientemente las electromagnéticas (5). Según *Stamatiu et al.* en una serie de 45 niños comparando los resultados de stone-free y complicaciones entre dos grupos: el primero de 29 pacientes tratados mediante

ondas electrohidráulicas y el segundo de 19 pacientes tratados con ondas electromagnéticas. Obtuvieron mejor respuesta el grupo tratado con ondas electromagnéticas y con menores tasas de complicaciones como fue una menor tasa de cólico nefrítico post-tratamiento (18).

Tras las primeras publicaciones sobre LEOC infantil, otras como *Van Kote et al.* avalaron el uso y la eficacia de la litotricia con una serie de 122 pacientes de edad pediátrica tratados mediante litotricia con una tasa de éxito del 70% definido como “stone free”. Considerando además la LEOC como el tratamiento de elección para la mayoría de los cálculos, con mejores resultados para aquellos cálculos únicos y en una única localización, y con un menor efecto sobre litiasis localizadas en grupo calicular inferior (21).

La respuesta al tratamiento mediante litotricia se evalúa, según las series, en función de las tasas de fragmentación y de “stone-free” (ausencia de fragmentos litiásicos). Según la serie de *da Cunha et al.* de 195 cálculos tratados en 135 niños, el 76% fueron fragmentados y el 67% fueron stone-free tras el procedimiento, considerando la LEOC como un tratamiento eficiente para la litiasis infantil (19).

Otra serie como la de *Pascual et al* revisaron los resultados sobre el tratamiento en 20 pacientes de urolitiasis. Consiguiendo fragmentación total (fragmentos < 5mm) en el 100% de los casos, eliminación total en el 65% de los pacientes, quedando fragmentos residuales expulsables (tamaño < 5 mm) en el 30% de los casos. Sólo un 5% no consiguió eliminar fragmentos residuales. Asimismo las complicaciones fueron inexistentes. Concluyendo así que la LEOC puede considerarse como la primera maniobra terapéutica a

realizar en caso de enfermedad litiásica subsidiaria de tratamiento en pacientes pediátricos (22).

Las consideraciones a tener en cuenta, previo a la realización de LEOC en el niño no difiere en gran medida de las mismas a tener en cuenta en el adulto. En primer lugar es necesaria la realización de un sedimento y cultivo de orina para descartar la presencia de infección urinaria, medición de creatinina sérica y control de hemostasia. Respecto a las pruebas de imagen que deben realizarse previo al procedimiento incluye: ecografía reno-vesical y radiografía de abdomen y en algunos casos tomografía computerizada (TC) o urografía intravenosa (UIV) para descartar la presencia de anomalías anatómicas concomitantes. Algunos autores recomiendan asimismo la realización de una gammagrafía renal para valorar el funcionalismo de las unidades renales (23).

Algunas adaptaciones son necesarias en el caso del paciente pediátrico en base a la menor talla y peso de los niños. Los dispositivos litotritores de segunda y tercera generación han facilitado la realización de litotricia en el niño simplificando su posición. La protección de los campos pulmonares es sistemática y la administración de anestesia general suele ser necesaria en los pacientes más pequeños (24). Los avances en los nuevos aparatos y el uso del “método Puigvert” (escalada de impacto de las ondas de choque con aumento progresivo del pico de energía en pacientes con sedación evitando la anestesia general) es posible en aquellos pacientes pediátricos de mayor edad (25, 26).

De forma general, se recomienda un máximo de 3000 – 3500 impactos por sesión durante 30 a 45 minutos y un intervalo de 15 a 30 días entre sesiones, si

fuera necesaria la realización de varias sesiones. En caso de litiasis de localización ureteral el intervalo puede reducirse a 2 – 3 días (5).

En cuanto a las complicaciones de la LEOC en pacientes pediátricos al inicio de su uso en la década de los 80, eran temidas las lesiones del parénquima renal y pulmonar, la aparición de hipertensión arterial secundaria, la posible afectación en el crecimiento óseo así como el daño a nivel gonadal por irradiación. En 1987, *Kroovand et al* mostró que la litotricia en niños era eficaz y sus tasas de complicaciones aceptable. Asimismo mostró que la irradiación ligada a este tratamiento era limitada y comparable a los exámenes radiológicos realizados en la práctica urológica pediátrica habitual (27). Las tasas de complicaciones varían según las series, siendo la hematuria, el dolor lumbar, la sepsis urinaria y la calle litiásica los más frecuentes y descritos por la literatura; así *Traxer et al* mostró una tasa de hematuria tras litotricia del 16% con los aparatos de segunda y tercera generación, siendo aproximadamente la mitad de la descrita en adultos (5). *Stamatiou et al* reportaron una tasa de hematuria del 20%, sin observar además obstrucción ureteral secundaria a calle litiásica (18). *Da Cunha et al* observó una tasa de hematuria del 49% y una tasa de calle litiásica de un 5 – 10% siendo ésta más frecuente en las litiasis > 20 mm. En ninguna de las series mencionadas fue necesaria la colocación de un catéter ureteral como tratamiento de la obstrucción ureteral. *Grofit et al* realizó un estudio comparando 38 adultos con 38 niños para evaluar la capacidad de eliminación de fragmentos litiásicos observando que los niños tienen mayor capacidad para eliminar fragmentos de forma eficaz, por esta

razón no se recomienda el uso de catéteres (stents) ureterales en pacientes pediátricos sometidos a litotricia (28).

Tras la hematuria, el dolor lumbar tipo cólico secundario a la obstrucción del tracto urinario por fragmentos ureterales, es la complicación postLEOC más frecuente con unas tasas que oscilan según las series entre un 10.7 – 24% resolviendo en la mayoría de los casos con analgesia oral (19, 29).

Otra de las reticencias para el uso de litotricia en niños, además de las posibles complicaciones a corto y medio plazo, es el efecto a largo plazo que podría tener dicho tratamiento sobre una unidad renal aún en desarrollo. Así, según el estudio de *Kaji et al* realizado sobre animales sometidos a litotricia no evidenció daño macroscópico renal ni alteración en la función renal, pero sí mostró un aumento en las cifras de tensión arterial y la aparición de lesiones histológicas como atrofia tubular, fibrosis intersticial y perivascular, así como la disfunción tubular proximal (30). *Villanyi et al* evidenció en su estudio la liberación de radicales libres de forma inmediata en pacientes pediátricos sometidos a litotricia tales como la elevación en orina de transaminasa aspártica, fosfatasa alcalina, beta-2-microglobulina y LDH, indicando disfunción tubular proximal así como destrucción celular; estos factores se normalizaban tras 15 días postratamiento (31). *Griffin et al* realizó un estudio sobre 182 pacientes pediátricos sometidos a litotricia valorando el impacto de la misma sobre el parénquima renal y su posible afectación sobre el funcionalismo renal. A pesar de que la unidad renal del paciente pediátrico es más susceptible a sufrir lesiones, se observó que las lesiones eran reversibles a los 6 meses de tratamiento, demostrado mediante realización de Gammagrafía renal (DMSA) a

los 3 y 6 meses postratamiento (32). *Lottmann et al* concluyeron que el traumatismo al parénquima renal asociado a la litotricia no parecía causar lesiones a largo plazo identificables mediante gammagrafía renal con DMSA (23, 33).

El uso de la gammagrafía renal parece ser la mejor modalidad para evaluar las posibles secuelas parenquimatosas y morfológicas a largo plazo de la LEOC (34).

IV. Hipótesis

La litotricia extracorpórea por ondas de choque ha demostrado ser una terapia eficaz para el tratamiento de las litiasis urinaria en adultos.

Desde el año 1986, cuando surgen las primeras publicaciones sobre su uso en pacientes pediátricos, varios son los estudios que demuestran que la litotricia extracorpórea por ondas de choque como tratamiento de la litiasis urinaria en edad pediátrica es un procedimiento seguro y eficaz, además de mínimamente invasivo con una alta tasa de fragmentación y expulsión de litiasis así como una baja tasa de complicaciones.

V. Objetivo

El objetivo de este estudio es realizar un análisis retrospectivo de una serie de 82 pacientes pediátricos diagnosticados de litiasis urinaria y tratados mediante litotricia por ondas de choque. Establecer una relación entre las distintas variables como edad, tamaño, localización, anomalías anatómicas, número de litotricias, complicaciones y evaluar los resultados.

VI. Material y métodos

Pacientes:

Se realizó un estudio retrospectivo con un total de 82 pacientes de entre 0 y 20 años diagnosticados de patología litiásica entre los años 1998 a 2009 en la Fundació Puigvert y tratados mediante litotricia extracorpórea por ondas de choque. En total se trataron 122 litiasis urinarias del total de 82 pacientes, o bien en el primer episodio o bien durante la evolución durante su seguimiento hasta los 20 años.

Método:

Las variables analizadas fueron:

- Sexo
- Edad (estratificando a los pacientes por grupos de edad: 0 – 3 años, 4- 10 años, 11 – 15 años y > 15 años)
- Procedencia
- Antecedentes familiares
- Clínica
- Anomalías anatómicas
- Número de litotricias (1 sesión, 2 sesiones o >3 sesiones)
- Energía total (medida en kV)
- Tamaño de la litiasis (medida a través de la radiografía simple de abdomen en horizontal y vertical por un mismo investigador)

- Complicaciones
- Evaluación de resultado tras la litotricia (en términos de fragmentos expulsables < 4mm o nueva sesión)
- Necesidad de cirugía.

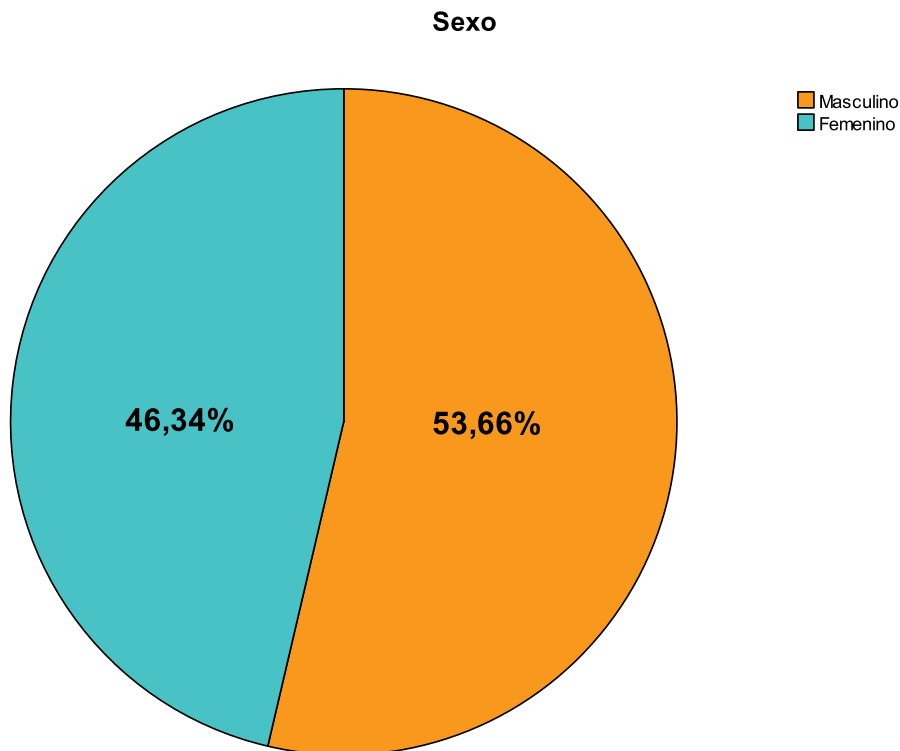
Análisis estadístico:

Las variables cualitativas o categóricas se presentan en frecuencias absolutas y relativas (porcentajes). Las variables cuantitativas se presentan en medias, medianas, desviaciones estándar y rangos. Las asociaciones entre variables categóricas se han evaluado mediante la prueba exacta de Fisher (2X2) o la prueba de Chi cuadrado de Pearson (n x k).

Se realizó el análisis estadístico usando el paquete estadístico SPSS®, versión 17.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

VII. Resultados

De un total de 82 pacientes, el 53.6% fueron de sexo masculino y un 46.3% de sexo femenino. (Fig.3)



La media de edad del primer episodio litiásico fue de 8 años (rango 0 – 20 años). Se estratificó a los pacientes en 4 grupos de edad:

GRUPOS DE EDAD	NUMÉRO DE PACIENTES (n=82)	PORCENTAJE
0 – 3 años	36	37%
4 – 10 años	13	19 %
11 – 15 años	19	22%
16 – 20 años	14	22%

Tabla 3. Número de pacientes por grupos de edad.

Al realizar el análisis estadístico según sexo y grupos de edad se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 4 a 10 años donde la patología litiásica fue mayor en el sexo masculino y en el grupo de > 16 años donde fue mayor en el sexo femenino ($p= 0.031$). (Tabla 4).

EDAD			Sexo		Total
			Masculino	Femenino	
RANGOS DE EDAD	0 - 3 años	Número pacientes	20	16	36
		% dentro de Edad	55,6%	44,4%	100,0%
		% dentro de Sexo	45,5%	42,1%	43,9%
	4 - 10 años	Número pacientes	10	3	13
		% dentro de Edad	76,9%	23,1%	100,0%
		% dentro de Sexo	22,7%	7,9%	15,9%
	11 - 15 años	Número pacientes	11	8	19
		% dentro de Edad	57,9%	42,1%	100,0%
		% dentro de Sexo	25,0%	21,1%	23,2%
	16 - 20 años	Número pacientes	3	11	14
		% dentro de Edad	21,4%	78,6%	100,0%
		% dentro de Sexo	6,8%	28,9%	17,1%
Total		Número pacientes	44	38	82
		% dentro de Edad	53,7%	46,3%	100,0%
		% dentro de Sexo	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 4. Relación de pacientes según sexo y grupos de edad.

Respecto a la procedencia de los pacientes: el 85,4% de los pacientes era de origen español, el 7,3% procedentes de África, el 2,44% de Sudamérica y el 5% de otras procedencias (India, Europa del Este) (Fig.4).

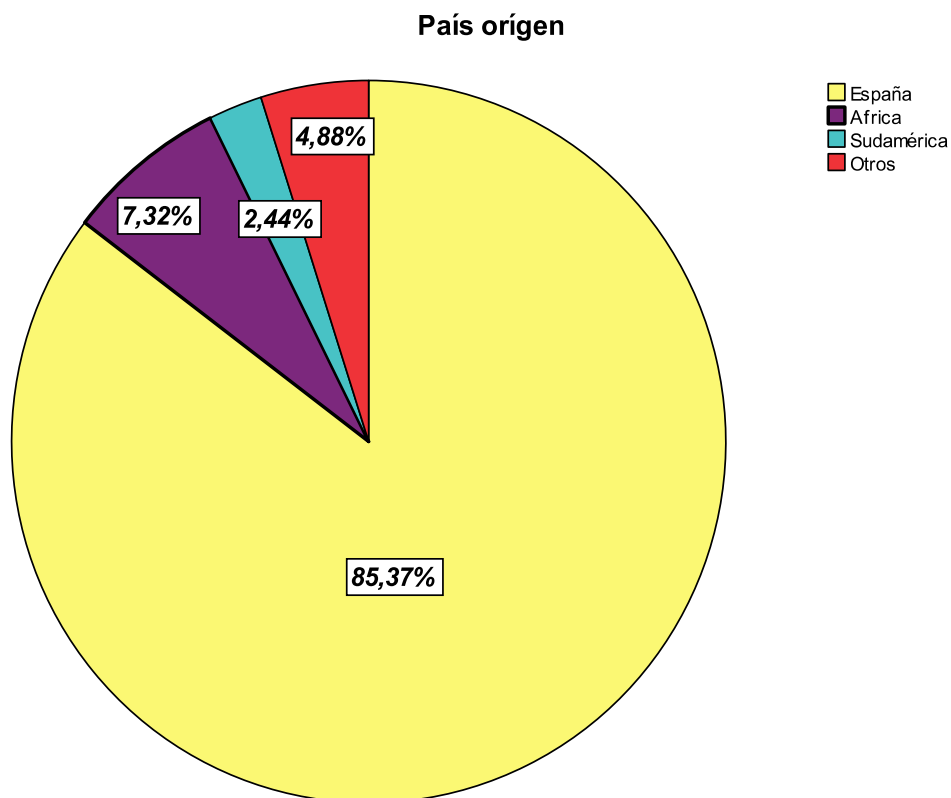


Fig. 4. Distribución según país de origen.

En cuanto a los antecedentes familiares de litiasis urinaria, el 60,1% de los pacientes presentaban antecedentes de urolitiasis (el 13,4% paternos, el 12,2% maternos, el 5% hermanos) y el 30,5% antecedentes familiares de segundo grado (abuelos en todos los casos). El 40% restante de los pacientes no presentaron antecedentes familiares de litiasis urinaria (Tabla 5).

ANTECEDENTES FAMILIARES	NÚMERO PACIENTES	PORCENTAJE
A.F PATERNO	11	13,4 %
A.F MATERNO	10	12,2 %
A.F HERMANOS	4	5 %
A.F OTROS	25	30,5 %

Tabla 5. Relación entre antecedentes familiares y pacientes.

La forma de presentación se dividió según la sintomatología acompañante al momento diagnóstico: asintomático o sintomático en función de los siguientes signos o síntomas: dolor lumbar, hematuria e infección urinaria. El 29% de los pacientes se encontraban asintomáticos al diagnóstico. Del 71% restante, un 58% presentaron dolor lumbar, un 48% ITU y un 26,4% hematuria.

SINTOMAS	Nº PACIENTES	PORCENTAJE
Asintomático	34	29,3 %
Dolor lumbar	51	58 %
Hematuria	23	26 %
ITU	44	48%

Tabla 6. Sintomatología en el momento diagnóstico.

Al analizar la sintomatología por grupos de edad, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de clínica y la edad. De manera que el dolor lumbar fue más frecuente en los pacientes de mayor edad (a partir de los 11 años entre un 85 y un 94,7% presentaban dolor lumbar al diagnóstico frente a sólo un 15% de los pacientes de menor edad). Asimismo se

observaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.0001$) en los pacientes de menor edad y la infección urinaria: un 79,4% de los pacientes de entre 0 y 3 años presentaban ITU al diagnóstico frente a un 35% de los pacientes de mayor edad. No se encontraron diferencias significativas respecto a la hematuria y grupos de edad, aunque sí se observa que ésta es más frecuente en el grupo de 4 a 10 años de edad.

EDAD	SÍNTOMAS		
	DOLOR LUMBAR	HEMATURIA	ITU
0 – 3 años	5 (15,2%)	9 (27,3%)	27 (79,4%)
4 – 10 años	11 (68,8%)	7 (43,8%)	3 (18,8%)
11 – 15 años	17 (85%)	4 (21,1%)	7 (33,3%)
16 – 20 años	18 (94,7%)	3 (15,8%)	7 (35%)
SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA	$p<0,0001$	$p= 0,27$	$p<0.0001$

Tabla 7. Sintomatología por grupos de edad al momento diagnóstico.

De los pacientes que presentaron infección urinaria, el germen causante más frecuente fue en un 36% *Proteus Mirabilis*, un 33% *E. Coli*, un 2,4% *Klebsiella* y el resto (29%) otros microorganismos como por ejemplo *Pseudomona Aureginosa*.

De los 82 pacientes, 34 (41%) presentaron algún tipo de anomalía anatómica: siendo el más frecuente el síndrome de la unión pieloureteral (8,5%), seguido de reflujo vesico-ureteral y duplicidad ureteral (7,5%), un 6,3% presentaron megauréter y vejiga neurógena, un 5% megacaliosis y un 1,3% extrofia vesical (Tabla 8).

TIPO DE ANOMALÍA	Nº PACIENTES	PORCENTAJE
Sd. Unión Pieloureteral	7	8,5 %
Duplicidad ureteral	6	7,5%
Reflujo vesico-ureteral	6	7,5 %
Megauréter	5	6,3 %
Megacaliosis	4	5 %
Extrofia vesical	1	1,3 %
Vejiga neurógena	5	6,3 %

Tabla 8. Relación de anomalías anatómicas al diagnóstico.

En la siguiente tabla se muestran los episodios litiásicos de los 82 pacientes, un total de 122, según rangos de edad: de 0 a 3 años, de 4 a 10 años, de 11 a 15 años y de 16 a 20 años.

EDAD	Nº EPISODIOS LITIÁSICOS	PORCENTAJE
0 – 3 años	45	36,9 %
4 – 10 años	23	18, 9 %
11 – 15 años	27	22,1 %
16 – 20 años	27	22,1 %

Tabla 9. Episodios litiásicos por rangos de edad.

El tamaño medio de las litiasis (medido en milímetros, según tamaño vertical y tamaño horizontal por un único investigador) fue de 14,60 mm ($\pm 5,93$ st) de eje vertical y de 11,53 mm ($\pm 5,93$ st) de eje horizontal (Fig.5 y 6).

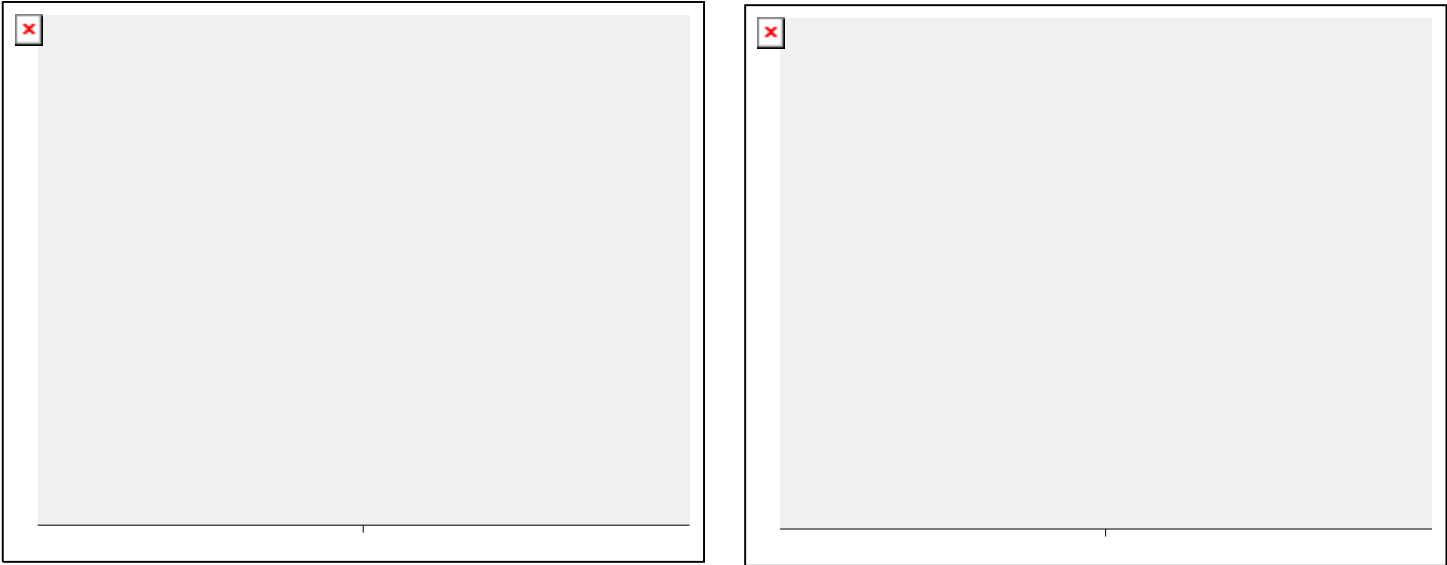


Fig. 5 y 6: Distribución según tamaño vertical y horizontal

En la siguiente tabla (tabla 10) se muestra la distribución por tamaños tras estratificar a los grupos, según el tamaño de la litiasis: < 6 mm, entre 6 – 10 mm y > 10 mm.

TAMAÑO	PORCENTAJE
< 6 mm	26,5 %
6 – 10 mm	35,3 %
>10 mm	38,2 %

Tabla 10. Frecuencia según tamaño.

Se realizó el análisis estadístico para determinar la asociación entre número de sesiones, y tamaño de la litiasis, encontrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.0001$) entre el tamaño de la litiasis y el número de sesiones necesarias para su fragmentación y eliminación. Un 92,3% de las litiasis menores de 6 mm son fragmentadas y expulsadas sin necesidad de nueva sesión de litotricia, sin embargo las litiasis > 10 mm sólo un 41% se fragmentan en la primera sesión requiriendo mayor número de sesiones a mayor tamaño litiásico, tal y como se muestra en la tabla 11.

TAMAÑO	NÚMERO DE SESIONES			
	1 Sesión	2 Sesiones	3 Sesiones	>4 Sesiones
<6 mm	25 (92,3%)	2 (7,4%)	0	0
6 – 10 mm	25 (69,4%)	10 (27,8%)	1 (2,8%)	0
>10 mm	16 (41%)	13 (33,3%)	5 (12,8%)	5 (12,8%)

Tabla 11. Porcentaje de fragmentación según tamaño de la litiasis y sesiones de litotricia.

Asimismo, se realizó el análisis estadístico según número de sesiones, tamaño y por grupos de edad sin encontrar diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.1$), pero observando una tendencia a la significación estadística en cuanto al número de sesiones necesarias en el grupo de menor edad (Tabla 12).

EDAD	TAMAÑO	NUMERO DE SESIONES			
		1 Sesión	2 Sesiones	3 Sesiones	>4 Sesiones
0 – 3 años	< 6 mm	6 (85,7%)	1 (14,3%)	0	0
	6 – 10 mm	9 (75%)	3 (25%)	0	0
	>10 mm	10 (56,6%)	7 (39%)	0	1 (5,6%)
4 – 10 años	< 6 mm	5 (100%)	0	0	0
	6 – 10 mm	2 (40%)	3 (60%)	0	0
	>10 mm	2 (25%)	3 (37,5%)	1 (12,5%)	2 (25%)
11 – 15 años	< 6 mm	3 (100%)	0	0	0
	6 – 10 mm	7 (63,6%)	4 (36,4%)	0	0
	>10 mm	2 (28,6%)	2 (28,6%)	2 (28,6%)	1 (14,3%)
16 – 20 años	< 6 mm	11 (91,7%)	1 (8,3%)	0	0
	6 – 10 mm	7 (85,5%)	0	1 (7,5%)	0
	>10 mm	2 (33,3%)	1 (16,7%)	2 (33,3%)	1 (16,7%)

Tabla 12. Número de sesiones necesarias según grupos de edad y tamaño.

Este resultado puede deberse al hecho de que, en este estudio existe una relación inversamente proporcional entre la edad del paciente y el tamaño de la litiasis; es decir, los pacientes de menor edad (0 – 3 años) presentaban litiasis de mayor tamaño (> 10 mm) que el grupo de mayor edad (de 16 – 20 años) quienes presentaban en su mayoría litiasis de menor tamaño (< 6mm), tal y como se muestra en la figura 7.

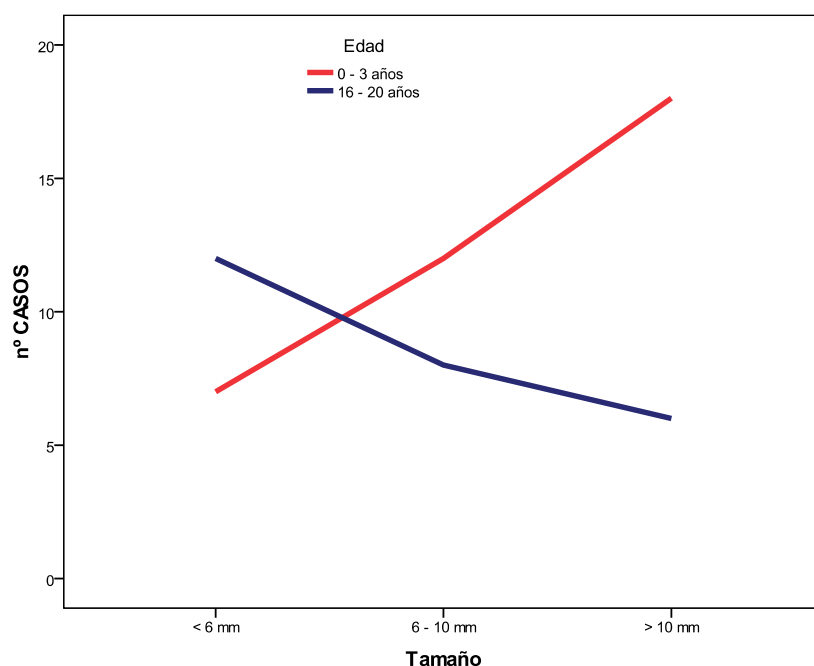


Fig. 7. Relación entre tamaño de la litiasis y edad.

La respuesta al tratamiento se definió como ausencia de litiasis y/o fragmentos <4 mm. De forma global la tasa de éxito fue del 75,4%. Considerando como complicaciones el dolor lumbar, la calle litiásica, la presencia de fragmentos obstructivos y la persistencia de litiasis, éstas fueron de forma global: en un 16,4% hubo persistencia de fragmentos, en un 4,1% presencia de fragmentos obstructivos, un 3,3% presentó calle litiásica y un 0,8% cólico nefrítico.

En la siguiente tabla se muestra la distribución según grupos de edad, tanto de la respuesta al tratamiento como de complicaciones, sin que se encontraran diferencias estadísticamente significativas.

	C O M P L I C A C I O N E S				
EDAD	Dolor lumbar	Calle litíásica	Frag. Obstr.	Persist. Lts.	Stone free/<4mm
0 – 3 años	0 (0%)	3 (6,7%)	2 (4,4%)	6 (13,3%)	34 (75,6%)
4 – 10 años	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,3%)	5 (21,7%)	17 (74%)
11 – 15 años	1 (3,7%)	1 (3,7%)	1 (3,7%)	8 (29,6%)	16 (59,3%)
16 – 20 años	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,7%)	1 (3,7%)	25 (92,3%)

Tabla 13. Distribución de complicaciones y respuesta al tratamiento por grupos de edad.

VIII. Discusión

Hasta la aparición de la litotricia en la década de los años 80, el tratamiento de elección de la litiasis urinaria era, o bien la cirugía abierta o bien mediante procedimientos endourológicos, esto originaba no sólo la cicatriz cutánea sino también cambios cicatriciales en el tracto urinario con el consiguiente riesgo de obstrucción y una importante predisposición para ocasionar recidivas. Con el desarrollo de la LEOC, el primer objetivo era la desintegración de cálculos y la salida de los fragmentos. Esta desintegración llega hasta el 90% en los adultos y en niños de un 50 – 90% (21). No fue hasta el año 1986 cuando aparecen las primeras publicaciones sobre litotricia en pacientes pediátricos.

Mientras que en algunas publicaciones sobre patología litiásica infantil, se encuentran diferencias entre sexo y edad como *Johnson et al* que encontró una proporción sexo masculino vs sexo femenino de 2,4:1 (37). Otras como la de *Milliner et al* que presenta una serie de 221 pacientes con la misma distribución por sexo y grupos de edad. Además describe un 37% de los pacientes con historia familiar de litiasis, y un 30% con anomalías genito-urinarias asociadas, siendo la más frecuente el síndrome de la unión pieloureteral (un 13% del total de anomalías) (9). En cambio, según el trabajo publicado por *Traxer et al* tras realizar un estudio multicéntrico por el Groupe d'Etudes en Urologie Pédiatrique (*GEUP*) analizando los resultados de 122 litotricias en pacientes de entre 3 meses a 17 años se estimó que el 12% de los pacientes asociaba anomalías anatómicas, siendo la más frecuente el reflujo

vesico-ureteral (5). Asimismo *Stapleton et al* concluye que la clínica acompañante a la patología litiásica en forma de dolor cólico es más frecuente en los niños mayores de 15 años (10).

En nuestro estudio, el porcentaje de anomalías anatómicas encontrado fue del 41% siendo la más frecuente el síndrome del ostium (un 8,5%). Coincidiendo con *Stapleton* el dolor lumbar fue más frecuente en los pacientes mayores de 15 años (94,7%) frente a los niños de menor edad (15%). Además se encontró que la infección urinaria era más frecuente en los niños de menos de 3 años (79%) que en los niños mayores de 15 años (35%).

Whadwa et al publicó un estudio retrospectivo en el que se evidenció que ni la edad ni la localización influían en la respuesta a litotricia, únicamente encontró relación con el tamaño de la litiasis (35). Del mismo modo, y posteriormente, *McAdams et al* realizó un estudio multicéntrico en el que se analizaban las litotricias realizadas sobre litiasis urinarias de 291 niños; al realizar el estudio estadístico se evidenció que el diámetro de la litiasis era el único factor que se encontraba en relación con la tasa de respuesta a la litotricia, es decir, un diámetro litiásico menor tenía más posibilidades de respuesta a LEOC (36).

En nuestro estudio, y coincidiendo con las publicaciones mencionadas anteriormente, a menor tamaño litiásico menos números de sesiones de litotricia son necesarias con una diferencia estadísticamente significativa. Además tampoco existen diferencias entre el número de sesiones necesarias y la edad del paciente.

El tipo de tratamiento empleado sobre las litiasis depende de distintos factores como el tamaño, la localización, la composición de las litiasis y la existencia o no de anomalías anatómicas.

De forma global se acepta que el tamaño para que una litiasis sea expulsable es inferior a 4 – 5 mm para las litiasis renales, decreciendo este tamaño hasta los 3 mm para las litiasis ureterales (8). Con respecto a la tasa de fragmentación y expulsión de litiasis tras el tratamiento con litotricia varios estudios muestran unas tasas de stone free o fragmentación de litiasis de entre el 50 al 90%. *Da Cunha et al* reporta en su estudio de 135 pacientes sobre los que se trataron un total de 195 litiasis, unas tasas fragmentación del 75,8% (19). Del mismo modo *Germinales et al* mostró una tasa de stone free tras una única sesión de litotricia de hasta el 92% (38).

Para litiasis de entre 10 – 20 mm se acepta como primera opción de tratamiento la litotricia extracorpórea y para litiasis > 20 mm la cirugía sobre la misma. A pesar de que distintos estudios avalan el tratamiento mediante LEOC para litiasis mayores de 20 mm, la tasa de fragmentación y stone free disminuye desde un 33% a un 65% (39).

En nuestro estudio se evidencian unas tasas de fragmentación, tras una única sesión de litotricia sobre litiasis < 6 mm, de entre el 85,7% para los pacientes menores de 3 años hasta un 91,7% para los mayores de 15 años. Estas tasas decrecen a medida que aumenta el tamaño de la litiasis a > 10 mm. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas en cuanto a grupos de

edad, pero sí se encontró significación estadística en cuanto a la tasa de fragmentación y tamaño de la litiasis.

Por lo que respecta a las complicaciones tras la realización de litotricia extracorpórea, *Da Cunha et al* reportó una tasa de complicaciones global del 23,7% incluyendo como tales el dolor lumbar y fiebre (19). *Stamatiou et al* describen una baja tasa de complicaciones, siendo las más frecuentes la hematuria, la infección urinaria y la calle litiásica. Según *Rajaian et al* al realizar litotricia sobre un total de 55 pacientes pediátricos con litiasis mayores de 20 mm, se observó que 39 de los 55 pacientes presentaron calle litiásica y sólo fue necesaria la intervención en 4 de ellos (bien mediante ureteroscopia o bien mediante nefrolitotomía percutánea) (40). *Castagnetti et al* al realizar una revisión de la literatura evidenció unas tasas globales de complicaciones postlitotricia del 20%, englobando como tales la hematuria, la infección urinaria con o sin fiebre, la calle litiásica, y la obstrucción uretral; en la mayoría de los casos estas complicaciones son limitadas y se manejan con tratamiento médico (41).

En nuestro estudio las complicaciones, fueron de forma global: en un 16,4% hubo persistencia de fragmentos, en un 4,1% presencia de fragmentos obstructivos, un 3,3% presentó calle litiásica y un 0,8% cólico nefrítico pudiendo controlarse dichas complicaciones de forma conservadora, tal y como se describe en la literatura.

IX. CONCLUSIONES

Tal y como se ha demostrado en varios estudios el tratamiento mediante litotricia extracorpórea por ondas de choque de la litiasis urinaria en edad pediátrica se consigue buenas tasas de fragmentación y expulsión de litiasis con escasas complicaciones.

En nuestro estudio se demuestra una buena tasa de fragmentación y expulsión de litiasis, con una respuesta del 75,6% tras una única sesión de litotricia. Esta respuesta es mayor cuanto menor tamaño. Además se evidencia un mayor tamaño de la litiasis en los pacientes de menor edad. A pesar de este hecho, donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas fue únicamente con el tamaño de la litiasis; es decir, a menor tamaño mayor tasa de fragmentación.

A pesar de no ser una técnica exenta de ciertos riesgos, éstos y sus posibles complicaciones son asumibles por su baja frecuencia y es posible su tratamiento de forma conservadora en la mayoría de los casos.

Por lo tanto, concluimos que la litotricia extracorpórea es un tratamiento seguro y eficaz en el tratamiento de la litiasis en edad pediátrica incluso para litiasis de gran tamaño con buenas tasas de fragmentación y escasas complicaciones.

Bibliografía

1. Lancina Martín, J.A, Novás Castro S, Rodríguez Rivera J, Ruibal Moldes M, et al. Edad de comienzo de la enfermedad litiásica: relación con factores clínicos y de riesgo metabólico. Arch. Esp. Urol. 2004; 57, 2 (119 – 125).
2. Sánchez-Martín F.M, Millán Rodríguez F, Esquena Fernández S, Segarra Tomás J, Rousaud Barón F, et al.; Incidencia y prevalencia de la urolitiasis en España: Revisión de los datos originales disponibles hasta la actualidad. Actas Urol Esp. 2007; 31, 5 (511 – 520).
3. Cueva Martínez, A, Braun P, Martínez Portillo F.J, Hoang Böhm J, Jüneman K.P, et al.; Tratamiento de la urolitiasis en niños y adolescentes mediante litotricia extracorpórea y procedimientos urológicos auxiliares. Arch. Esp. Urol. 2001; 54, 1 (45 – 52).
4. VanDervoort K., Wiesen J., Frank R., Vento S., Crosby V., Chandra M. Urolithiasis in pediatric patients: a single center study of incidente, clinical presentation and outcome. J Urol. 2007; 177 (6): 2300-2305.
5. Traxer, O, Lottmann H, Van Kote. La lithotritie extra-corporelle chez l'enfant. Progrès en Urologie. 2000; 10, 1245 – 1254.
6. Smaldone M.C, Docimo S.G , Ost M.C. Contemporary Surgical Management of Pediatric Urolithiasis. Urol Clin N Am. 2010; 37: 253 – 267.

7. Lesani OA, Palmer JS. Retrograde proximal rigid ureteroscopy and pyeloscopy in prepubertal children: safe and effective. J Urol 2006; 176 (4 Pt 1):1570 – 1573.
8. Pietrow P, Pope J, Adams M, Shyr Y, Brock J. Clinical Outcome of pediatric stone disease. J Urol. 2002; 167: 670 – 673.
9. Milliner D, Murphy M. Urolithiasis in pediatric patients. Mayo Clin Proc. 1993; 68: 241 – 248.
10. Bruder Stapleton F. Clinical Approach to children with urolithiasis. Seminars in Nephrology. 1996; 16 (5): 389 – 397.
11. Carbonell J. M., Vázquez Martul M., Baeza J., Vila S., Arnáiz P., Ecija J. L. Excreción urinaria de calcio y sodio en niños normales. Nefrología. 1999; 19: 223 – 230.
12. Esquena. S, Millán Rodríguez F, Sánchez Martín F.M, Rousaud Barón F, Marchant F. Cólico renal: Revisión de La literatura y evidencia científica. Actas Urol Esp. 2006; 30 (3): 268 – 280.
13. Arízaga Ballesteros V, Cuello García C,. Características clínicas y de laboratorio em niños com nefrolitiasis: una serie de casos y controles. Arch Esp Urol. 2006; 59 (9): 883 – 888.
14. Riccabona M, Avni F, Blickman J, Dacher J.N, Darge K, et al. Imaging recommendations in paediatric urology. Pediatr Radiol. 2009; 39: 891 – 898.
15. Gràcia Garcia S, Millán Rodríguez F, Rousaud Barón F, Montañés Bermúdez R, et al. Por qué y cómo hemos de analizar los cálculos urinarios. Actas Urol Esp. 2011; 35 (6): 354 – 362.

- 16.D'Adessi, A.; et al.; Extracorporeal shockwave lithotripsy in pediatrics. J Endourol. 22, 1- 12. 2008.
- 17.Ather, M.H.; et al.; Does size and site matter for renal stones up to 30-mm in size in children treated by extracorporeal lithotripsy? Urology. 2003; 61, 212 – 215; discussion 215.
- 18.Stamatiou K.N.; et al.; Extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of pediatric urolithiasis: a single institution experience. International Braz J Urol. 2011; 36 (6): 724 – 731.
- 19.Da Cunha Lima J.P, Jordao Duarte R, Cristofani L.M, Srougi M. Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: Results and short-term complications. International Journal of Urology. 2007; 14: 684 – 68.
- 20.Newman D.M, Coury T, Lingeman J.E, Mertz J.H, Mousbaugh P.G et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy experience in children. J.Urol. 1986; 136: 238 – 240.
- 21.Van Kote G, Lottmann H, Fremond B, Mourey E, Dore B, et al. Lithotritie urinary de l'enfant. Étude multicentrique du Groupe d'Études en Urologie Pédiatrique (GEUP). Ann Urol. 1999; 33 (5): 308 – 314.
- 22.Gómez Pascual J.A, López Rueda B, Soler Martínez J, Llerena Hoyos M, García Galisteo E, et al. Tratamiento de la litiasis infantil mediante litotricia extracorpórea por ondas de choque. Arch. Esp. Urol. 2004; 56 (8): 927 – 932.
- 23.Lottmann H.B, Archambault F, Hellal B, Mercier-Pageyral B, Cendrom M. 99m Technetium-dimercapto-succinic acid renal scan in the evaluation of potential long-term renal parenchimal damage associated with

- extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J. Urol. 1998; 169: 521 – 524.
24. Frick J, Kohle R, Kunit G. Experiencia with extracorporeal shock wave lithotripsy in children. Eur. Urol. 1991; 19: 225 – 229.
25. Garat JM. Traitement des calculs coralliformes par lithotrities extracorporelle par ondes de choc chez l'enfant. Ann. Urol. 1999; 33: 315 – 319.
26. Orsola A, Díaz I, Caffaratti J, Izquierdo f, Alberola J, Garat J.M. Staghorn calculi in children: treatment with monotherapy extracorporeal shock wave lithotripsy. J. Urol. 1999; 162: 1229 – 1233.
27. Kroovand R.L, Harrison L.H, McCullough D.L. Extracorporeal shock wave lithotripsy in childhood. J. Urol. 1987; 138: 1106 – 1108.
28. Gofrit O.N, Pode D, Meretyk S. Is the pediatric ureter as efficient as the adult ureter in transporting fragments following extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi larger than 10 mm? J. Urol. 2001; 166: 1862 – 1864.
29. Rodrigues Netto N, Longo J.A, Ikonomidis J.A, Rodrigues Netto M. Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J. Urol. 2002; 167: 2164 – 2166.
30. Kaji D.M, Xie H.W, Hardy B.E, Sherrod A, Huffman J.L. The effects of extracorporeal shock wave lithotripsy on renal growth, function and renal blood pressure in an animal model. J. Urol. 1991; 146: 544 – 547.
31. Villanyi K.K, Szekely J.G, Farkas L.M, Javor E, Pusztai C. Short-term changes in renal function after extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J. Urol. 2001; 166: 222 – 226.

32. Griffin S.J, Margaryan M, Archambaud F, Sergent-Alaoui A, Lottmann H.B. Safety of shock wave lithotripsy for treatment of pediatric urolithiasis: 20-year experience. J. Urol. 2010; 183: 2332 – 2336.
33. Lottmann HB, Archambaud F, Traxer O, Mercier Pageyral B, Helal B. The efficacy and parenchymal consequences of extracorporeal shock wave lithotripsy in infants. BJU Int. 2000; 85 (3): 311 – 315.
34. Reis L.O, Zani E.L, Ikari O, Gugliotta A. Litotricia extracorpórea en niños. Eficacia y evaluación a largo plazo de la lesión del parénquima renal mediante gammagrafía con DMSA-99mTc. Actas Urol Esp. 2010; 34: 78 – 81.
35. Wadhwa P, Aron M, Seth A, Dogra P.M, Hemal AK. Pediatric shockwave lithotripsy: size matters! J. Endourol. 2007; 21 (2): 141 – 144.
36. McAdams S, Kim N, Ravish I.R, Monga M, Ugarte R. Stone size is the only independent predictor of shock wave lithotripsy success in children: a community experience. J. Urol. 2010; 184: 659 – 664.
37. Johnson C.M, Wilson D.M, O'Fallon W.M, Malek R.S, Kurland L.T. Renal stone epidemiology: a 25-year study in Rochester, Minnesota. Kidney Int, 1979; 16: 624 – 631.
38. Germinale F, Bottino P, Franchini R, Cussotto M. Extracorporeal and endourológica lithotripsy in pediatric patients. Proceedings of the 6th European Symposium on Urolithiasis, Stockholm, 8 – 10 June 1995: 217 – 218.

39. Shouman AM, Ziada AM, Ghoneim IA, Morsi HA. Extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy for renal stones >25 mm in children. *Urology*. 2009;74:109 – 111.
40. Rajaian S, Kumar S, Gopalakrishnan G, Chacko N.K, Devasia A, et al. Outcome of shock wave lithotripsy as monotherapy for large solitary renal stones (>2 cm in size) without stenting. *Indian J Urol*. 2010; 26(3): 359 – 363.
41. Castagnetti M, Rigamonti W. Extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of urinary stones in children. *Arch Ital Urol Androl*. 2010; 82(1): 49 – 50.